

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. สิงหาคม 2542. การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA). จำนวนพิมพ์ 2000 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ส. เอเซีย เพรส จำกัด
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. ตุลาคม 2539. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. จำนวนพิมพ์ 2000 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ส. เอเซีย เพรส จำกัด
- วรพจน์ รัตนแสงสกุลไทย. 2541. การพัฒนาการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมภพ ตลับแก้ว. 2540. การกำหนดวิธีการควบคุมความผันแปรของระบบการวัดด้วยเทคนิค GRR. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมบุญ ประเสริฐอุครกุล. 2539. การปรับปรุงการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในโรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาโรช บัวบูชา. 2541. การพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการผลิตสำหรับกระบวนการผสมยางในอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

### ภาษาอังกฤษ

- Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motors Corporation. Mar 1995. Statistical Process Control. (SPC): Second Edition, Second printed. Michigan, USA: Automotive Industry Action Group (AIAG)
- Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motors Corporation. Mar 2002. Measurement System Analysis. (MSA): Third Edition, First printed. Michigan, USA: Automotive Industry Action Group (AIAG)



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

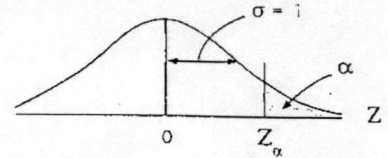


ภาคผนวก ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 พื้นที่ใต้โค้งแบบปกติ

$$\int_{Z_\alpha}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2} dz = \alpha$$



Z <sub>α</sub>	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2297	0.2266	0.2236	0.2207	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0917	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0837	0.0822
1.4	0.0807	0.0792	0.0778	0.0763	0.0749	0.0735	0.0721	0.0707	0.0694	0.0681
1.5	0.06681	0.06552	0.06426	0.06301	0.06176	0.06057	0.05938	0.05821	0.05705	0.05592
1.6	0.05480	0.05370	0.05262	0.05155	0.05050	0.04947	0.04846	0.04746	0.04648	0.04551
1.7	0.04457	0.04363	0.04272	0.04182	0.04093	0.04006	0.03920	0.03836	0.03754	0.03673
1.8	0.03593	0.03515	0.03438	0.03363	0.03288	0.03216	0.03144	0.03074	0.03005	0.02938
1.9	0.02872	0.02807	0.02743	0.02680	0.02619	0.02559	0.02500	0.02442	0.02385	0.02330
2.0	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02068	0.02018	0.01970	0.01923	0.01876	0.01831
2.1	0.01786	0.01743	0.01700	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.01500	0.01463	0.01426
2.2	0.01390	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.01160	0.01130	0.01101
2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.00990	0.00964	0.00938	0.00913	0.00889	0.00865	0.00842
2.4	0.00819	0.00797	0.00776	0.00754	0.00734	0.00714	0.00694	0.00675	0.00656	0.00638
2.5	0.024210	0.024036	0.023868	0.023703	0.023543	0.023386	0.023234	0.023085	0.022940	0.022799
2.6	0.024661	0.024527	0.024396	0.024269	0.024145	0.024024	0.023907	0.023792	0.023681	0.023572
2.7	0.023467	0.023364	0.023264	0.023167	0.023072	0.022980	0.022890	0.022803	0.022718	0.022635
2.8	0.022555	0.022477	0.022401	0.022327	0.022256	0.022186	0.022118	0.022052	0.021988	0.021926
2.9	0.021366	0.021307	0.021250	0.021195	0.021141	0.021089	0.021038	0.020989	0.020941	0.020895
3.0	0.021350	0.021306	0.021264	0.021223	0.021183	0.021144	0.021107	0.021070	0.021035	0.021001
3.1	0.0209676	0.0209354	0.0209042	0.0208740	0.0208447	0.0208163	0.0207888	0.0207622	0.0207364	0.0207114
3.2	0.0206871	0.0206637	0.0206410	0.0206190	0.0205977	0.0205770	0.0205571	0.0205378	0.0205191	0.0205010
3.3	0.0204835	0.0204665	0.0204501	0.0204343	0.0204189	0.0204041	0.0203898	0.0203759	0.0203625	0.0203495
3.4	0.0203370	0.0203249	0.0203132	0.0203019	0.0202909	0.0202804	0.0202702	0.0202603	0.0202508	0.0202416

\* คัดแปลงจาก Hairy and Lawson (1990)



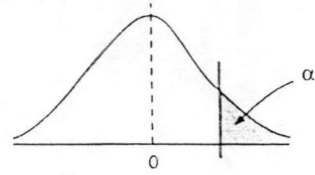
## ตารางที่ 1 (ต่อ) พื้นที่ใต้โค้งแบบปกติ

ตารางที่ 1: (ต่อ)

$Z_{\alpha}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
7.5	0.0121092	0.0121023	0.0120958	0.0120895	0.0120840	0.0120787	0.0120735	0.0120690	0.0120647	0.0120606
7.6	0.0120567	0.0120531	0.0120497	0.0120466	0.0120436	0.0120407	0.0120382	0.0120358	0.0120335	0.0120314
7.7	0.0120294	0.0120275	0.0120257	0.0120241	0.0120226	0.0120216	0.0120201	0.0120185	0.0120173	0.0120162
7.8	0.0120152	0.0120142	0.0120133	0.0120124	0.0120116	0.0120109	0.0120102	0.0120095	0.0120089	0.0120083
7.9	0.0120078	0.0120073	0.0120068	0.0120064	0.0120060	0.0120056	0.0120052	0.0120048	0.0120044	0.0120040
8.0	0.0120036	0.0120032	0.0120028	0.0120024	0.0120020	0.0120016	0.0120012	0.0120008	0.0120004	0.0120000
8.1	0.0119996	0.0119992	0.0119988	0.0119984	0.0119980	0.0119976	0.0119972	0.0119968	0.0119964	0.0119960
8.2	0.0119956	0.0119952	0.0119948	0.0119944	0.0119940	0.0119936	0.0119932	0.0119928	0.0119924	0.0119920
8.3	0.0119916	0.0119912	0.0119908	0.0119904	0.0119900	0.0119896	0.0119892	0.0119888	0.0119884	0.0119880
8.4	0.0119876	0.0119872	0.0119868	0.0119864	0.0119860	0.0119856	0.0119852	0.0119848	0.0119844	0.0119840
8.5	0.0119836	0.0119832	0.0119828	0.0119824	0.0119820	0.0119816	0.0119812	0.0119808	0.0119804	0.0119800
8.6	0.0119796	0.0119792	0.0119788	0.0119784	0.0119780	0.0119776	0.0119772	0.0119768	0.0119764	0.0119760
8.7	0.0119756	0.0119752	0.0119748	0.0119744	0.0119740	0.0119736	0.0119732	0.0119728	0.0119724	0.0119720
8.8	0.0119716	0.0119712	0.0119708	0.0119704	0.0119700	0.0119696	0.0119692	0.0119688	0.0119684	0.0119680
8.9	0.0119676	0.0119672	0.0119668	0.0119664	0.0119660	0.0119656	0.0119652	0.0119648	0.0119644	0.0119640
9.0	0.0119636	0.0119632	0.0119628	0.0119624	0.0119620	0.0119616	0.0119612	0.0119608	0.0119604	0.0119600
9.1	0.0119596	0.0119592	0.0119588	0.0119584	0.0119580	0.0119576	0.0119572	0.0119568	0.0119564	0.0119560
9.2	0.0119556	0.0119552	0.0119548	0.0119544	0.0119540	0.0119536	0.0119532	0.0119528	0.0119524	0.0119520
9.3	0.0119516	0.0119512	0.0119508	0.0119504	0.0119500	0.0119496	0.0119492	0.0119488	0.0119484	0.0119480
9.4	0.0119476	0.0119472	0.0119468	0.0119464	0.0119460	0.0119456	0.0119452	0.0119448	0.0119444	0.0119440
9.5	0.0119436	0.0119432	0.0119428	0.0119424	0.0119420	0.0119416	0.0119412	0.0119408	0.0119404	0.0119400
9.6	0.0119396	0.0119392	0.0119388	0.0119384	0.0119380	0.0119376	0.0119372	0.0119368	0.0119364	0.0119360
9.7	0.0119356	0.0119352	0.0119348	0.0119344	0.0119340	0.0119336	0.0119332	0.0119328	0.0119324	0.0119320
9.8	0.0119316	0.0119312	0.0119308	0.0119304	0.0119300	0.0119296	0.0119292	0.0119288	0.0119284	0.0119280
9.9	0.0119276	0.0119272	0.0119268	0.0119264	0.0119260	0.0119256	0.0119252	0.0119248	0.0119244	0.0119240
10.0	0.0119236	0.0119232	0.0119228	0.0119224	0.0119220	0.0119216	0.0119212	0.0119208	0.0119204	0.0119200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ค่าของ t ภายใต้ความน่าจะเป็น  $\alpha$



$\alpha$	.40	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
1	.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	.289	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	.267	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	.265	.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	.260	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.716	3.106	3.497	4.025	4.437
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.051	3.428	3.930	4.318
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	.258	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	.258	.690	1.337	1.746	2.210	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	.257	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.491	2.797	3.091	3.467	3.745
25	.256	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.461	2.756	3.038	3.396	3.659
30	.256	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
$\infty$	.253	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

\*ลอกจาก Hines and Montgomery (1990)

ตารางที่ 3 ค่า  $d_2^*$  สำหรับการประมาณค่า  $\sigma$  โดย  $\bar{R}$

k = จำนวนกลุ่มย่อยที่ใช้คำนวณ  $\bar{R}$       v = องศาความอิสระของ  $\bar{R}$   
 n = ขนาดของกลุ่มย่อย       $d_2$  = พิกัดของ  $d_2^*$   
 $d_2^*$  = ตัวปรับค่าความเอนเอียงสำหรับ  $\bar{R}$   
 $\Delta v$  = ส่วนเพิ่มขององศาความอิสระต่อกลุ่มย่อยที่เพิ่มขึ้น

k	n = 2		n = 3		n = 4		n = 5		n = 6	
	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$
1	1.0	1.414	2.0	1.906	2.9	2.237	3.8	2.477	4.7	2.669
2	1.9	1.276	3.8	1.806	5.7	2.149	7.5	2.404	9.2	2.603
3	2.9	1.227	5.7	1.767	8.4	2.120	11.1	2.378	13.6	2.580
4	3.7	1.206	7.5	1.749	11.2	2.105	14.7	2.365	18.1	2.569
5	4.6	1.189	9.3	1.738	13.9	2.096	18.4	2.358	22.6	2.562
6	5.5	1.179	11.1	1.731	16.6	2.090	22.0	2.352	27.1	2.557
7	6.4	1.172	12.9	1.726	19.4	2.086	25.6	2.349	31.5	2.554
8	7.2	1.167	14.8	1.722	22.1	2.082	29.3	2.346	36.0	2.552
9	8.1	1.163	16.6	1.718	24.8	2.080	32.9	2.344	40.5	2.550
10	9.0	0.159	18.4	1.716	27.6	2.078	36.5	2.342	44.9	2.548
11	9.9	1.157	20.2	1.714	30.3	2.076	40.1	2.341	49.4	2.547
12	10.8	1.154	22.1	1.712	33.0	2.075	43.7	2.339	53.8	2.546
13	11.6	1.152	23.9	1.711	35.8	2.073	47.4	2.338	58.4	2.545
14	12.5	1.151	25.7	1.709	38.5	2.072	51.0	2.337	62.8	2.544
15	13.4	1.149	27.5	1.708	41.3	2.071	54.6	2.337	67.3	2.543
16	14.2	1.148	29.3	1.707	44.0	2.071	58.2	2.336	71.7	2.543
17	15.1	1.147	31.1	1.707	46.8	2.070	61.8	2.335	76.2	2.542
18	16.0	1.145	33.0	1.706	49.5	2.069	65.5	2.335	80.6	2.542
19	16.9	1.145	34.8	1.705	52.3	2.069	69.1	2.334	85.1	2.541
20	17.7	1.144	36.6	1.705	55.0	2.068	72.7	2.334	89.6	2.541
21	18.6	1.143	38.4	1.704	57.7	2.068	76.3	2.333	94.0	2.541
22	19.5	1.143	40.2	1.704	60.5	2.068	80.0	2.333	98.5	2.540
23	20.4	1.142	42.1	1.703	63.2	2.067	83.6	2.333	103.0	2.540
24	21.2	1.141	43.9	1.703	65.9	2.067	87.2	2.333	107.4	2.540
25	22.1	1.141	45.7	1.702	68.7	2.066	90.8	2.332	111.9	2.540
$\Delta v$	0.88		1.82		2.74		3.62		4.47	
$d_2^*$		1.128		1.693		2.059		2.326		2.534

$$d_2^* \equiv d_2 + \frac{d_2}{\Delta v}$$

\*คัดจาก Wheeler (1988)



ตารางที่ 3 (ต่อ) ค่า  $d_2^*$  สำหรับกรประมาณค่า  $\sigma$  โดย  $\bar{R}$ 

k	n = 7		n = 8		n = 9		n = 10		n = 11	
	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$
1	5.5	2.827	6.3	2.961	7.0	3.076	7.7	3.178	8.4	3.268
2	10.8	2.767	12.3	2.905	13.8	3.024	15.2	3.129	16.5	3.221
3	16.7	2.746	18.3	2.886	20.5	3.006	22.6	3.112	24.6	3.205
4	21.3	2.736	24.4	2.876	27.3	2.997	30.1	3.104	32.7	3.197
5	26.6	2.729	30.4	2.870	34.0	2.992	37.5	3.098	40.9	3.192
$\Delta v$	5.26		6.03		6.75		7.46		8.13	
$d_2$		2.704		2.847		2.970		3.078		3.173

k	n = 12		n = 13		n = 14		n = 15		n = 16	
	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$
1	9.0	3.348	9.6	3.423	10.2	3.490	10.8	3.552	11.4	3.610
2	17.8	3.304	19.0	3.380	20.2	3.449	21.3	3.513	22.5	3.571
3	26.6	3.289	28.4	3.365	30.2	3.435	31.9	3.499	33.6	3.558
4	35.3	3.281	37.8	3.358	40.2	3.428	42.4	3.492	44.7	3.552
5	44.1	3.276	47.2	3.354	50.2	3.424	52.9	3.488	55.8	3.548
$\Delta v$	8.77		9.39		9.90		10.57		11.11	
$d_2$		3.258		3.336		3.407		3.472		3.532

k	n = 17		n = 18		n = 19		n = 20		n = 21	
	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$
1	11.9	3.663	12.4	3.713	12.9	3.760	13.4	3.805	13.9	3.846
2	23.6	3.626	24.6	3.677	25.6	3.725	26.5	3.770	27.5	3.812
3	35.2	3.613	36.8	3.665	38.2	3.713	39.6	3.759	41.1	3.801
4	46.9	3.607	48.9	3.659	50.9	3.707	52.7	3.753	54.7	3.795
5	58.5	3.603	61.1	3.655	63.6	3.704	65.9	3.749	68.4	3.792
$\Delta v$	11.66		12.17		12.66		13.12		13.62	
$d_2$		3.588		3.640		3.689		3.735		3.788

k	n = 22		n = 23		n = 24		n = 25		n = 30	
	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$	v	$d_2^*$
1	14.3	3.886	14.8	3.923	15.2	3.959	15.6	3.994	16.9	4.147
2	28.4	3.853	29.3	3.891	30.2	3.927	31.0	3.963	33.5	4.116
3	42.5	3.841	43.8	3.880	45.1	3.917	46.3	3.952	50.1	4.106
4	56.5	3.836	58.3	3.875	60.1	3.911	61.7	3.947	66.7	4.101
5	70.6	3.833	72.8	3.871	75.1	3.908	77.1	3.944	83.3	4.098
$\Delta v$	14.07		14.51		14.96		15.36		16.6	
$d_2$		3.819		3.858		3.895		3.931		4.086

ตารางที่ 4 แฟกเตอร์ปรับค่าแบบไม่เอนเอียงในการประมาณค่า  $\sigma$ 

ขนาด กลุ่มย่อย	$d_2$	$c_2$	$c_4$	ขนาด กลุ่มย่อย	$d_2$	$c_2$	$c_4$
2	1.128	0.5642	.7979	21	3.778	0.9638	.9876
3	1.693	0.7236	.8862	22	3.819	0.9655	.9882
4	2.059	0.7979	.9213	23	3.858	0.9670	.9887
5	2.326	0.8407	.9400	24	3.895	0.9684	.9892
6	2.534	0.8686	.9515	25	3.931	0.9695	.9896
7	2.704	0.8882	.9594	30	4.086	0.9748	.9915
8	2.847	0.9027	.9650	35	4.213	0.9784	.9927
9	2.970	0.9139	.9693	40	4.322	0.9811	.9936
10	3.078	0.9227	.9727	45	4.415	0.9832	.9943
11	3.173	0.9300	.9754	50	4.498	0.9849	.9949
12	3.258	0.9359	.9776	60	4.639	0.9874	.9957
13	3.336	0.9410	.9794	70	4.755	0.9892	.9963
14	3.407	0.9453	.9810	80	4.854	0.9906	.9968
15	3.472	0.9490	.9823	90	4.939	0.9916	.9972
16	3.532	0.9523	.9835	100	5.015	0.9925	.9975
17	3.588	0.9551	.9845				
18	3.640	0.9576	.9854				
19	3.689	0.9599	.9862				
20	3.735	0.9619	.9869				

\* คัดจาก Wheeler (1988)

แฟกเตอร์ปรับค่า  $d_2$ ,  $c_2$ ,  $c_4$  ข้างบนนี้ ใช้สำหรับปรับค่าเพื่อไม่ให้เกิดความเอนเอียงสำหรับการประมาณค่า  $\sigma$  โดยใช้ตัวสถิติพิสัย รากที่สองของความเบี่ยงเบนกำลังสองโดยเฉลี่ย (RMS) และความเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่าคงที่สำหรับแผนภูมิควบคุม  $\bar{x}$  - R

ขนาดกลุ่มย่อย n	แผนภูมิ $\bar{X}$ - R			แผนภูมิ $\bar{X}$ - S		
	A <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
2	1.880	-	3.267	2.659	-	3.267
3	1.023	-	2.574	1.954	-	2.500
4	0.729	-	2.282	1.628	-	2.266
5	0.577	-	2.114	1.427	-	2.089
6	0.483	-	2.004	1.287	0.030	1.970
7	0.419	0.076	1.924	1.182	0.118	1.882
8	0.373	0.136	1.864	1.099	0.185	1.815
9	0.337	0.184	1.816	1.032	0.239	1.761
10	0.308	0.223	1.777	0.975	0.284	1.716
11	0.285	0.256	1.744	0.927	0.321	1.679
12	0.266	0.284	1.716	0.886	0.354	1.646
13	0.249	0.308	1.692	0.850	0.382	1.618
14	0.235	0.329	1.671	0.817	0.406	1.594
15	0.223	0.348	1.652	0.789	0.428	1.572
16	0.212	0.364	1.636	0.763	0.448	1.552
17	0.203	0.379	1.621	0.739	0.466	1.534
18	0.194	0.392	1.608	0.718	0.482	1.518
19	0.187	0.404	1.596	0.698	0.497	1.503
20	0.180	0.414	1.586	0.680	0.510	1.490
21	0.173	0.425	1.575	0.663	0.523	1.477
22	0.167	0.434	1.566	0.647	0.534	1.466
23	0.162	0.443	1.557	0.633	0.545	1.455
24	0.157	0.452	1.548	0.619	0.555	1.445
25	0.153	0.459	1.541	0.606	0.565	1.435

ตารางที่ 6 ค่าคงที่สำหรับคำนวณ GR&R

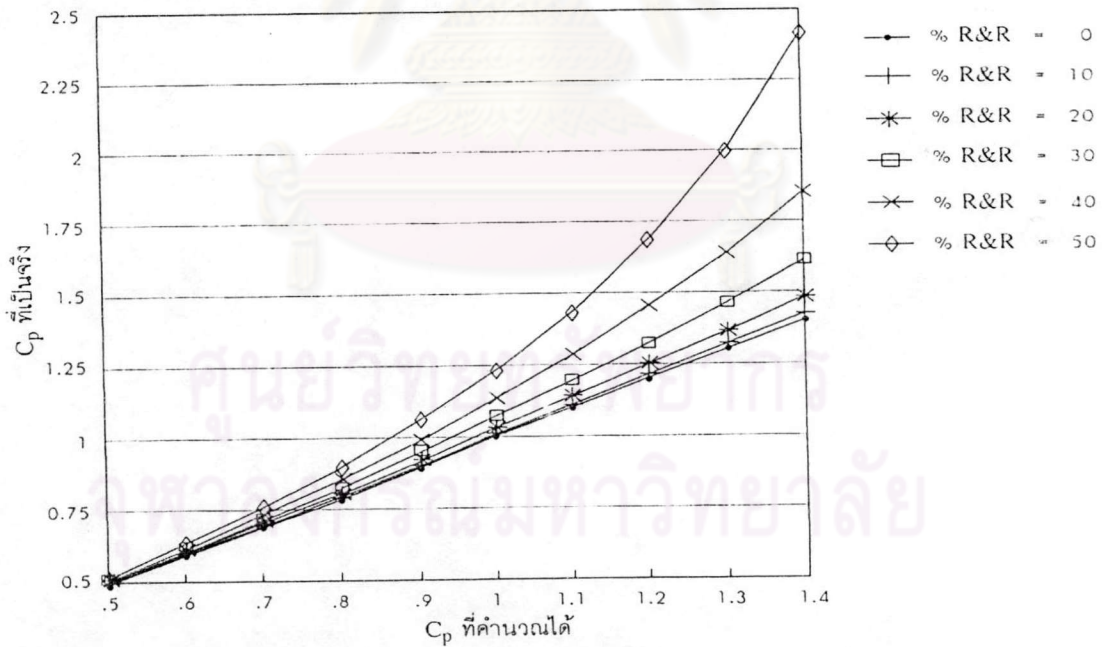
การวิเคราะห์ระบบการวัด	% TV																				
<p><b>รีพิทเทบิลิตี - EV</b></p> $EV = K_1 \times \bar{R}$ $= \text{---} \times \text{---}$ $= \text{---}$ <table border="1" data-bbox="656 454 878 618"> <tr> <th>จำนวนซ้ำ</th> <th>K<sub>1</sub></th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3.05</td> </tr> </table>	จำนวนซ้ำ	K <sub>1</sub>	2	4.56	3	3.05	<p>%EV = 100 (EV/TV)</p> $= 100 \left[ \frac{\text{---}}{\text{---}} \right]$ $= \text{---} \%$														
จำนวนซ้ำ	K <sub>1</sub>																				
2	4.56																				
3	3.05																				
<p><b>รีโพรดิวซิบิลิตี - AV</b></p> $AV = \sqrt{\bar{X}_{\text{Diff}} \times K_2 - \frac{EV^2}{nr}}$ $= \sqrt{\text{---} \times \text{---} - \frac{(\text{---})^2}{\text{---} \times \text{---}}}$ $= \text{---}$ <table border="1" data-bbox="563 912 923 1033"> <tr> <th>จำนวนพนักงาน</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <th>K<sub>2</sub></th> <td>3.65</td> <td>2.70</td> <td>2.30</td> </tr> </table>	จำนวนพนักงาน	2	3	4	K <sub>2</sub>	3.65	2.70	2.30	<p>%AV = 100 (AV/TV)</p> $= 100 \left[ \frac{\text{---}}{\text{---}} \right]$ $= \text{---} \%$ <p>n = จำนวนชิ้นงาน</p> <p>r = จำนวนซ้ำ</p>												
จำนวนพนักงาน	2	3	4																		
K <sub>2</sub>	3.65	2.70	2.30																		
<p><b>GR&amp;R</b></p> $GR\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$ $= \sqrt{(\text{---})^2 + (\text{---})^2}$ $= \text{---}$ <table border="1" data-bbox="715 1083 938 1513"> <tr> <th>จำนวนชิ้นงาน</th> <th>K<sub>3</sub></th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3.65</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1.62</td> </tr> </table>	จำนวนชิ้นงาน	K <sub>3</sub>	2	3.65	3	2.70	4	2.30	5	2.08	6	1.93	7	1.82	8	1.74	9	1.67	10	1.62	<p>%GR&amp;R = 100 (GR&amp;R/TV)</p> $= 100 \left[ \frac{\text{---}}{\text{---}} \right]$ $= \text{---} \%$
จำนวนชิ้นงาน	K <sub>3</sub>																				
2	3.65																				
3	2.70																				
4	2.30																				
5	2.08																				
6	1.93																				
7	1.82																				
8	1.74																				
9	1.67																				
10	1.62																				
<p><b>ความแตกต่างของชิ้นงาน - PV</b></p> $PV = R_p \times K_3$ $= \text{---} \times \text{---}$ $= \text{---}$	<p>%GR&amp;R = 100 <math>\left[ \frac{GR\&amp;R}{USL-LSL} \right]</math></p> $= 100 \left[ \frac{\text{---}}{\text{---}} \right]$ $= \text{---} \%$																				
<p><b>ความผันแปรกระบวนการ - TV</b></p> $TV = \sqrt{GR\&R^2 + PV^2}$ $= \sqrt{(\text{---})^2 + (\text{---})^2}$ $= \text{---}$																					

ตารางที่ 7 ค่า  $C_p$  ที่เป็นจริงจากค่า  $C_p$  และค่า GR&R ที่ได้จากการคำนวณ

ค่า  $C_p$  ที่เป็นจริงจากค่า  $C_p$  ที่คำนวณได้และ P/T (ที่มา : Barrentine (1991))

ค่า $C_p$	P/T หรือ % GR & R							
	0	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %
0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.52	0.53	0.55
0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.62	0.64	0.66	0.69
0.70	0.70	0.70	0.71	0.72	0.74	0.77	0.80	0.85
0.80	0.80	0.80	0.81	0.83	0.86	0.90	0.96	1.06
0.90	0.90	0.90	0.92	0.95	0.99	1.06	1.16	1.33
1.00	1.00	1.01	1.03	1.07	1.13	1.23	1.40	1.73
1.10	1.10	1.11	1.14	1.19	1.28	1.43	1.72	2.49
1.20	1.20	1.21	1.25	1.32	1.45	1.68	2.20	5.83
1.30	1.30	1.32	1.36	1.46	1.63	1.99	3.11	*
1.40	1.40	1.42	1.48	1.61	1.85	2.42	6.81	*
1.50	1.50	1.52	1.60	1.76	2.10	3.08	*	*
1.60	1.60	1.63	1.72	1.93	2.40	4.41	*	*
1.70	1.70	1.73	1.85	2.11	2.79	4.22	*	*
1.80	1.80	1.84	1.98	2.32	3.31	*	*	*
1.90	1.90	1.95	2.12	2.54	4.09	*	*	*
2.00	2.00	2.06	2.26	2.80	5.52	*	*	*

\* หมายถึง เป็นไปไม่ได้



แสดงความสัมพันธ์ของ  $C_p$  ที่เป็นจริงกับ  $C_p$  ที่คำนวณได้ภายใต้ค่า P/T

(ที่มา : Barrentine (1991))

ภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 2L

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS			
Part No. & Name : 13211-05010	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE :	24/10/02
Characteristics : เส้นผ่านศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.155	PERFORMED BY:	
Specification : 0 ~ 10		APPROVED BY:	
Tolerance : 10			

บันทึกผลการวัด

$X_1 = 0.006$	$X_{11} = 0.006$
$X_2 = 0.006$	$X_{12} = 0.006$
$X_3 = 0.005$	$X_{13} = 0.006$
$X_4 = 0.005$	$X_{14} = 0.006$
$X_5 = 0.006$	$X_{15} = 0.006$
$X_6 = 0.006$	
$X_7 = 0.006$	
$X_8 = 0.006$	
$X_9 = 0.006$	
$X_{10} = 0.006$	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0.09}{15} = 0.0059$$

Reference Value = 0.0060

Process Variation = Tolerance = 0.0003

$\sigma_r = 0.0002815$      $d_r = 3.553$      $g = 1$      $m = 15$

$\sigma_s = 0.0000727$

Bias = -0.00013

$t = -1.83$

% BIAS = 100 [ | Bias | / Process Variation ]

= 100 [ 0.00013 / 0.000340 ]

= 39.223 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 2L (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_r$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_b$
ค่าวัด (Measured Value)	0.0059	0.0002815	0.0000727

ค่าอ้างอิง (Reference value) =	0.006	$\alpha = 0.5, g = 1$	$d_r = 3.553$
ตัวสถิติ t (t Statistic)	ค่านี้สำคัญ! แบบ ปลาหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)
	df	ค่าต่ำสุด (Lower)	ค่าสูงสุด (Upper)
ค่าวัด (Measured Value)	-1.83	10.8	2.145
			-0.00013
			-0.00029
			0.00002



## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 5L

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS			
Part No. & Name : 13211-05020	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE :	24/10/02
Characteristics : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.334	PERFORMED BY:	
Specification : 0 - 10		APPROVED BY:	
Tolerance : 10			

## บันทึกผลการวัด

$X_1 = 0.007$	$X_{11} = 0.007$
$X_2 = 0.007$	$X_{12} = 0.007$
$X_3 = 0.007$	$X_{13} = 0.007$
$X_4 = 0.007$	$X_{14} = 0.007$
$X_5 = 0.006$	$X_{15} = 0.007$
$X_6 = 0.007$	
$X_7 = 0.007$	
$X_8 = 0.007$	
$X_9 = 0.007$	
$X_{10} = 0.007$	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0.10}{15} = 0.0069$$

$$\text{Reference Value} = 0.0070$$

$$\text{Process Variation} = \text{Tolerance} = 0.00025$$

$$\sigma_r = 0.0002815 \quad d_2^* = 3.553 \quad g = 1 \quad m = 15$$

$$\sigma_b = 0.0000727$$

$$\text{Bias} = -0.0001$$

$$t = -0.92$$

$$\% \text{BIAS} = 100 [ | \text{Bias} | / \text{Process Variation} ]$$

$$= 100 [ 0.00007 / 0.000249 ]$$

$$= 26.726 \%$$

คู่มือวิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 5L (ต่อ)

	n (m)	ค่าเฉลี่ย (Mean) = $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_s$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_b$
ค่าวัด (Measured Value)	15	0.0069	0.0002815	0.0000727

	ค่าอ้างอิง (Reference value) =	0.007	$\alpha = 0.5, g = 1$	$d_i = 3.553$
ค่าวัด (Measured Value)	ค่าสถิติ t (t Statistic)	df	ค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบน ปลายหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)
	-0.92	10.8	2.145	ค่าต่ำสุด (Lower)      ค่าสูงสุด (Upper)
			-0.0001	-0.00022      0.00009

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 122F

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS		
Part No. & Name : 13211-050230	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE : 24/10/02
Characteristics : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.307	PERFORMED BY:
Specification : 0 ~ 10		APPROVED BY:
Tolerance : 10		

บันทึกผลการวัด

$X_1 = 0.003$	$X_{11} = 0.004$
$X_2 = 0.004$	$X_{12} = 0.004$
$X_3 = 0.003$	$X_{13} = 0.004$
$X_4 = 0.004$	$X_{14} = 0.004$
$X_5 = 0.004$	$X_{15} = 0.003$
$X_6 = 0.004$	
$X_7 = 0.004$	
$X_8 = 0.004$	
$X_9 = 0.004$	
$X_{10} = 0.004$	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{0.06}{15} = 0.0038$$

Reference Value = 0.0040

Process Variation = Tolerance = 0.00040

$$\sigma_r = 0.0002815 \quad d_2^* = 3.553 \quad g = 1 \quad m = 15$$

$$\sigma_b = 0.0000727$$

Bias = -0.00020

$$t = -2.75$$

% BIAS = 100 [ | Bias | / Process Variation ]

$$= 100 [ 0.00020 / 0.00040 ]$$

$$= 50.000 \%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 122F (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) = $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_r$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_e$
ค่าวัด (Measured Value)	n (m) 15 0.0038	0.0002815	0.0000727
ค่าอ้างอิง (Reference value)	= 0.004	$\alpha = 0.5$ , $g = 1$	$d_2 = 3.553$
ตัวสถิติ t (t Statistic)	df ค่านัยสำคัญ t แบบ ปลายหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)
ค่าวัด (Measured Value)	-2.75	10.8	2.145
			ค่าต่ำสุด (Lower)
			ค่าสูงสุด (Upper)
			-0.00035
			-0.00005

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 3ZZ

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS		
Part No. & Name : 13211-0D050	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE : 24/10/02
Characteristics : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.338	PERFORMED BY:
Specification : 5 ~ -5		APPROVED BY:
Tolerance : 10		

## บันทึกผลการวัด

$X_1 = 0.001$	$X_{11} = 0.001$
$X_2 = 0.001$	$X_{12} = 0.001$
$X_3 = 0.001$	$X_{13} = 0.001$
$X_4 = 0.001$	$X_{14} = 0.001$
$X_5 = 0.001$	$X_{15} = 0.000$
$X_6 = 0.001$	
$X_7 = 0.001$	
$X_8 = 0.001$	
$X_9 = 0.001$	
$X_{10} = 0.001$	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{15} = \frac{0.01}{15} = 0.0009$$

$$\text{Reference Value} = 0.0010$$

$$\text{Process Variation} = \text{Tolerance} = 0.00025$$

$$\sigma_r = 0.0002815 \quad d_i = 3.553 \quad g = 1 \quad m = 15$$

$$\sigma_b = 0.0000727$$

$$\text{Bias} = -0.00007$$

$$t = -0.92$$

$$\% \text{BIAS} = 100 [ | \text{Bias} | / \text{Process Variation} ]$$

$$= 100 [ 0.00007 / 0.000249 ]$$

$$= 26.726 \%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกตุ้มรุ่น 3ZZ (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) = $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_r$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_b$
ค่าวัด (Measured Value)	0.0009	0.0002815	0.0000727

ค่าอ้างอิง (Reference value)	$\alpha = 0.5$	$g = 1$	$d_f$	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)
ค่าวัด (Measured Value)	0.001			
ตัวสถิติ t (t Statistic)	ค่านัยสำคัญ 1 แขนง ปลายหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)		
-0.92	2.145	-0.00007		ค่าต่ำสุด (Lower) -0.00022
	10.8			ค่าสูงสุด (Upper) 0.00009

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 508T

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS			
Part No. & Name : 13211-02080	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE :	24/10/02
Characteristics : เส้นผ่าศูนย์กลางกลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.319	PERFORMED BY:	
Specification : 0 ~ -10		APPROVED BY:	
Tolerance : 10			

บันทึกผลการวัด

$X_1 = -0.006$	$X_{11} = -0.006$
$X_2 = -0.006$	$X_{12} = -0.005$
$X_3 = -0.004$	$X_{13} = -0.006$
$X_4 = -0.006$	$X_{14} = -0.006$
$X_5 = -0.006$	$X_{15} = -0.006$
$X_6 = -0.006$	
$X_7 = -0.005$	
$X_8 = -0.006$	
$X_9 = -0.006$	
$X_{10} = -0.006$	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{-0.09}{15} = -0.0057$$

Reference Value = -0.0060

Process Variation = Tolerance = 0.00057

$\sigma_r = 0.0005629$     $d_2^* = 3.553$     $g = 1$     $m = 15$

$\sigma_s = 0.0001453$

Bias = 0.00027

$t = 1.83$

% BIAS =  $100 [ | \text{Bias} | / \text{Process Variation} ]$

=  $100 [ 0.00027 / 0.000573 ]$

= 46.499 %

คู่มือวิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 508T (ต่อ)

		ค่าเฉลี่ย (Mean) = $\bar{X}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_r$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of $t\sigma_r$ )
ค่าวัด (Measured Value)	n (m)	-0.0057	0.0005629	0.0001453
	15			

		ค่าอ้างอิง (Reference value) = -0.006	$\alpha = 0.5, g=1$	$d_i$ 3.553
ค่าวัด (Measured Value)	ค่าวัด (t Statistic)	ค่าดัชนีค่า t แบบ ปลายหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)
	1.83	2.145	0.00027	ค่าต่ำสุด (Lower) -0.00004 ค่าสูงสุด (Upper) 0.00057
	10.8			



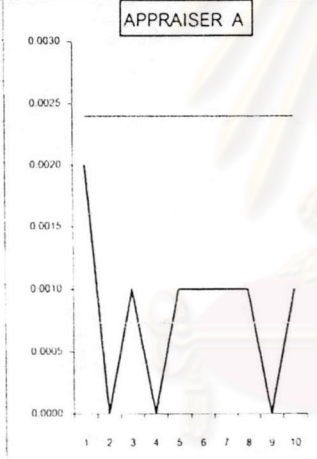
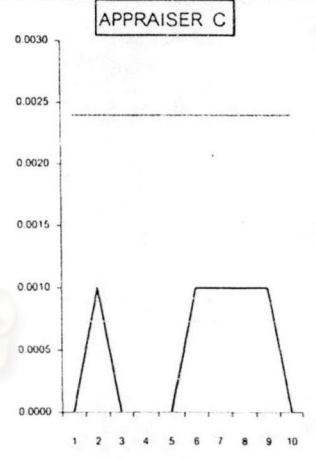
ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 2L

หมายเลขผู้ให้	ผลการวัดที่	บันทึกผลการวัดระยะขนาด										AVERAGE
		จุดสุ่มขนาด										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	ส่วนที่ 1	0.012	0.011	0.010	0.010	0.012	0.010	0.013	0.014	0.010	0.011	0.0113
	ส่วนที่ 2	0.014	0.011	0.011	0.010	0.012	0.011	0.012	0.013	0.010	0.010	0.0114
	ส่วนที่ 3	0.014	0.011	0.011	0.010	0.013	0.011	0.012	0.014	0.010	0.011	0.0117
AVERAGE		0.0133	0.0110	0.0107	0.0100	0.0123	0.0107	0.0123	0.0137	0.0100	0.0107	$\bar{X} = 0.0115$
RANGE		0.0020	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0010	0.0070	0.0000	0.0010	$R = 0.0008$
1	ส่วนที่ 1	0.016	0.012	0.010	0.012	0.010	0.010	0.013	0.015	0.010	0.012	0.0120
	ส่วนที่ 2	0.015	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.013	0.015	0.010	0.011	0.0123
	ส่วนที่ 3	0.015	0.012	0.011	0.011	0.012	0.011	0.013	0.015	0.010	0.011	0.0121
AVERAGE		0.0153	0.0120	0.0110	0.0113	0.0113	0.0110	0.0130	0.0150	0.0100	0.0113	$\bar{X} = 0.0121$
RANGE		0.0010	0.0000	0.0020	0.0010	0.0020	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	$R = 0.0009$
1	ส่วนที่ 1	0.015	0.012	0.013	0.011	0.011	0.011	0.013	0.015	0.010	0.011	0.0122
	ส่วนที่ 2	0.015	0.012	0.013	0.011	0.011	0.012	0.014	0.014	0.011	0.011	0.0124
	ส่วนที่ 3	0.015	0.011	0.013	0.011	0.011	0.011	0.013	0.014	0.010	0.011	0.0120
AVERAGE		0.0150	0.0117	0.0130	0.0110	0.0110	0.0113	0.0133	0.0143	0.0103	0.0110	$\bar{X} = 0.0122$
RANGE		0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000	$R = 0.0005$
Part		0.0146	0.0116	0.0116	0.0108	0.0116	0.0110	0.0129	0.0143	0.0101	0.0110	$\bar{X} = 0.0119$
Average (Xp)		0.0008	0.0009	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	$Rp = 0.0044$
[Max X - Min X]		0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0007
[Max X - Min X] / # OF APPRAISERS		0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0024
[R - L] / 3		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
A:	MR.Mongkonchai											
B:	MR.Somyot											
C:	MR.Bundit											

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 2L (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet					
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-05010	ชื่อเครื่องมือวัด :	Dial gage	วันที่ :	18/10/02
คุณลักษณะเฉพาะ :	เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน		หมายเลขเครื่องมือวัด :	ID.NO.DT 155	ดำเนินการโดย :
ค่าอนุโลม :	0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด :	วัดขนาด	อนุมัติโดย :	
From data sheet :	$\bar{R} = 0.000733$	$\bar{X}_{DIFF} = 0.0007$	$R_p = 0.00444$		
Measurement Unit Analysis			% Total Variation (TV)		
Repeatability - Equipment Variation (EV)			% EV = 100 [EV / TV]		
EV = $\bar{R} \times K_1$			= 100 [ 0.0022 / 0.0078 ]		
= 0.00073 x 3.050			= 28.733 %		
= 0.002237					
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)			% AV = 100 [AV / TV]		
AV = $\sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$			= 100 [ 0.0019 / 0.0078 ]		
= $\sqrt{(0.00073 \times 2.7)^2 - (0.00001 / 30)}$			= 24.889 %		
= 0.001937			n = number of part		
			r = number of trials		
Repeatability & Reproducibility (R&R)			% R&R = 100 [R&R / TV]		
R&R = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$			= 100 [ 0.0030 / 0.0078 ]		
= $\sqrt{0.00000500 + 0.000003754}$			= 38.013 %		
= 0.00296					
Part Variation (PV)			% PV = 100 [PV / TV]		
PV = $R_p \times K_3$			= 100 [ 0.0072 / 0.0078 ]		
= 0.0044 x 1.62			= 92.493 %		
= 0.00720					
Total Variation (TV)					
TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$					
= $\sqrt{0.00000876 + 0.000052}$					
= 0.0078					
Notes:					
A: MR.Mongkonchai					
B: MR.Somyot					
C: MR. Bundit					

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 2L (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CONTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด : Dial gage	ค่าอนุโลม 0-0.010	วันที่ : 18/10/02
หมายเลขชิ้นงาน : 13211-05010	คุณลักษณะเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด : ID.NO.DT 155
$\bar{X} = 0.0119$ UCL = 0.0127 LCL = 0.0112 % Of Part AV. Out. Limit= 73%    แผนภูมิควบคุม $\bar{x}$		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
<b>R = 0.0007</b> UCL = 0.0024    LCL = 0.0000    แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
ศูนย์วิทยุทวิภาค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 5L

		บันทึกผลการวิเคราะห์แบบการวัด											
		ผู้ชงรายงาน											
หมายเลขผู้วัด	ผลการวัดครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVERAGE	
1	ค่าเฉลี่ยการวัด	0.019	0.016	0.014	0.015	0.016	0.016	0.013	0.015	0.015	0.015	$\bar{X}_a =$	0.0154
	ค่าต่ำสุดการวัด	0.019	0.015	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014	0.016	0.015	0.015	$\bar{X}_b =$	0.0151
	ค่าสูงสุดการวัด	0.019	0.015	0.015	0.014	0.016	0.015	0.015	0.017	0.013	0.013	$\bar{X}_c =$	0.0152
AVERAGE		0.0190	0.0153	0.0147	0.0143	0.0153	0.0150	0.0140	0.0160	0.0143	0.0143	$\bar{X}_a =$	0.0152
RANGE		0.0000	0.0010	0.0010	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	$R_a =$	0.0015
1	ค่าเฉลี่ยการวัด	0.017	0.015	0.014	0.013	0.015	0.015	0.015	0.013	0.013	0.014	$\bar{X}_a =$	0.0144
	ค่าต่ำสุดการวัด	0.018	0.015	0.013	0.014	0.017	0.014	0.015	0.015	0.010	0.011	$\bar{X}_b =$	0.0142
	ค่าสูงสุดการวัด	0.019	0.014	0.015	0.014	0.017	0.015	0.013	0.013	0.014	0.013	$\bar{X}_c =$	0.0147
AVERAGE		0.0180	0.0147	0.0140	0.0137	0.0163	0.0147	0.0143	0.0137	0.0123	0.0127	$\bar{X}_a =$	0.0144
RANGE		0.0020	0.0010	0.0020	0.0010	0.0020	0.0010	0.0020	0.0020	0.0040	0.0030	$R_b =$	0.0020
1	ค่าเฉลี่ยการวัด	0.019	0.015	0.014	0.015	0.015	0.015	0.012	0.016	0.013	0.014	$\bar{X}_a =$	0.0148
	ค่าต่ำสุดการวัด	0.019	0.014	0.014	0.014	0.016	0.015	0.015	0.016	0.014	0.014	$\bar{X}_b =$	0.0151
	ค่าสูงสุดการวัด	0.019	0.015	0.014	0.014	0.016	0.015	0.013	0.014	0.012	0.015	$\bar{X}_c =$	0.0147
AVERAGE		0.0190	0.0147	0.0140	0.0143	0.0157	0.0150	0.0133	0.0153	0.0130	0.0143	$\bar{X}_a =$	0.0149
RANGE		0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0030	0.0020	0.0020	0.0010	$R_c =$	0.0011
Part												$\bar{X} =$	0.0148
Average (Xp)		0.0187	0.0149	0.0142	0.0141	0.0158	0.0149	0.0139	0.0150	0.0132	0.0138	$R_p =$	0.0054
$\bar{f}(\bar{X}_a)$		0.0015	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	$\bar{f}(\bar{X}_b)$	0.0015
$\bar{f}(\bar{X}_c)$		0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	$\bar{f}(\bar{X}_c)$	0.0008
$\bar{f}(\bar{X}_d)$		0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	$\bar{f}(\bar{X}_d)$	0.0050
$\bar{f}(\bar{X}_e)$		3.2700	3.2700	3.2700	3.2700	3.2700	3.2700	3.2700	3.2700	3.2700	3.2700	$\bar{f}(\bar{X}_e)$	0.0000
$\bar{f}(\bar{X}_f)$		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	$\bar{f}(\bar{X}_f)$	0.0000
A:		MR.Mongkonchai											
B:		MR.Somyot											
C:		MR.Bundit											

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 5L (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet																							
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-05020	ชื่อเครื่องมือวัด :	Dial gage วันที่ : 18/10/02																				
คุณลักษณะเฉพาะ :	เส้นผ่านศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด :	ID.NO.DT.334 ดำเนินการโดย :																				
ค่าอนุโลม :	0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด วัดขนาด	อนุมัติโดย :																				
From data sheet : $\bar{R} = 0.001533$ $\bar{X}_{DIFF} = 0.0008$ $R_p = 0.00544$																							
Measurement Unit Analysis		% Total Variation (TV)																					
Repeatability - Equipment Variation (EV) $EV = \bar{R} \times K_1$ $= 0.00153 \times 3.050$ $= 0.004677$		<table border="1"> <tr> <th>Trials</th> <th><math>K_1</math></th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3.05</td> </tr> </table>	Trials	$K_1$	2	4.56	3	3.05	$\% EV = 100 [EV / TV]$ $= 100 [ 0.0047 / 0.0104 ]$ $= 45.114 \%$														
Trials	$K_1$																						
2	4.56																						
3	3.05																						
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) $AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$ $= \sqrt{(0.00080 \times 3.7)^2 - (0.000022 / 30)}$ $= 0.002792$		<table border="1"> <tr> <th>Appraisers</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <th><math>K_2</math></th> <td>3.65</td> <td>2.7</td> </tr> </table>	Appraisers	2	3	$K_2$	3.65	2.7	$\% AV = 100 [AV / TV]$ $= 100 [ 0.0028 / 0.0104 ]$ $= 26.937 \%$ n = number of part r = number of trials														
Appraisers	2	3																					
$K_2$	3.65	2.7																					
Repeatability & Reproducibility (R&R) $R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$ $= \sqrt{0.00002187 + 0.000007797}$ $= 0.00545$		<table border="1"> <tr> <th>Parts</th> <th><math>K_3</math></th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3.65</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1.62</td> </tr> </table>	Parts	$K_3$	2	3.65	3	2.70	4	2.30	5	2.08	6	1.93	7	1.82	8	1.74	9	1.67	10	1.62	$\% R\&R = 100 [R\&R / TV]$ $= 100 [ 0.0054 / 0.0104 ]$ $= 52.541 \%$
Parts	$K_3$																						
2	3.65																						
3	2.70																						
4	2.30																						
5	2.08																						
6	1.93																						
7	1.82																						
8	1.74																						
9	1.67																						
10	1.62																						
Part Variation (PV) $PV = R_p \times K_4$ $= 0.0054 \times 1.62$ $= 0.00882$		<table border="1"> <tr> <th>Parts</th> <th><math>K_4</math></th> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1.62</td> </tr> </table>	Parts	$K_4$	3	2.70	4	2.30	5	2.08	6	1.93	7	1.82	8	1.74	9	1.67	10	1.62	$\% PV = 100 [PV / TV]$ $= 100 [ 0.0088 / 0.0104 ]$ $= 85.083 \%$		
Parts	$K_4$																						
3	2.70																						
4	2.30																						
5	2.08																						
6	1.93																						
7	1.82																						
8	1.74																						
9	1.67																						
10	1.62																						
Total Variation (TV) $TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2}$ $= \sqrt{0.00002967 + 0.000078}$ $= 0.0104$																							
Notes:																							
A: MR.Mongkonchai																							
B: MR.Somyot																							
C: MR.Bundit																							

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 5L (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CNTRL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด : 0	ค่าอนุโลม 0-0.010	วันที่ : 18/10/02
หมายเลขชิ้นงาน : 13211-05020	คุณลักษณะเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางกลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด ID.NO.DT.334
$\bar{X} = 0.0148$ $UCL = 0.0164$ $LCL = 0.0133$ % Of Part AV. Out. Limit= 20%   แผนภูมิควบคุม $\bar{x}$		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
$R = 0.0015$ $UCL = 0.0050$ $LCL = 0.0000$ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		



## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 122F (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet			
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-05030	ชื่อเครื่องมือวัด :	Dial gage
วันที่ :	18/10/02	ผู้ดำเนินการโดย :	
คุณลักษณะเฉพาะ :	เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด :	ID.NO.DT.307
ค่าอนุโลม :	0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด :	วัดขนาด
อนุมัติโดย :			
From data sheet :	$\bar{R} = 0.001400$	$\bar{X}_{DIFF} = 0.00050$	$R_p = 0.00333$
Measurement Unit Analysis		% Total Variation (TV)	
Repeatability - Equipment Variation (EV)		% EV = 100 [EV / TV]	
EV = $\bar{R} \times K_1$		Trials	$K_1$
= 0.00140 x 3.050		2	4.56
= 0.004270		3	3.05
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)		% AV = 100 [AV / TV]	
AV = $\sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$		Appraisers	2
= $\sqrt{(0.00050 \times 2.7)^2 - (0.00018 / 30)}$		$K_2$	3.65
= 0.001102		2	3
		3	2.7
		n	= number of part
		r	= number of trials
Repeatability & Reproducibility (R&R)		% R&R = 100 [R&R / TV]	
R&R = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$		Parts	$K_3$
= $\sqrt{0.00001823 + 0.000001215}$		2	3.65
= 0.00198		3	2.70
Part Variation (PV)		% PV = 100 [PV / TV]	
PV = $R_p \times K_3$		4	2.30
= 0.0033 x 1.62		5	2.08
= 0.00540		6	1.93
Total Variation (TV)		7	
TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$		8	1.74
= $\sqrt{0.00000394 + 0.000029}$		9	1.67
= 0.0058		10	1.62
Notes:			
A: MR.Mongkonchai			
B: MR.Somyot			
C: MR.Bundit			



ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 122F (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CONTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด : Dial gage	ค่าอนุเต็ม 0-0.010	วันที่ : 18/10/02
หมายเลขชิ้นงาน : 13211-05030	คุณลักษณะเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด : ID.NO.DI.307
$\bar{X} = 0.0146$ $UCL = 0.0161$ $LCL = 0.0132$ % Of Part AV. Out. Limit= 13%   แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
$R = 0.0014$ $UCL = 0.0046$ $LCL = 0.0000$ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		

127

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 3ZZ

		บันทึกผลการวิเคราะห์ขบวนการ										
		ดูขบวนการ										
หมายเลขผู้วัด	ผลการวัดครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVERAGE
1	ลำดับที่การวัด	2	1	4	7	10	9	3	8	5	6	0.0022
	ลำดับที่การวัด	0.002	0.001	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.0021
	ลำดับที่การวัด	0.004	0.002	0.001	0.004	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.0021
AVERAGE	ลำดับที่การวัด	0.004	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0021
	0.0033	0.0013	0.0020	0.0037	0.0020	0.0013	0.0020	0.0023	0.0020	0.0013	0.0021	
	0.0020	0.0010	0.0020	0.0010	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0010	
RANGE	ลำดับที่การวัด	3	9	6	1	4	7	10	2	8	5	0.0069
	0.002	0.002	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0023	
	0.003	0.001	0.002	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0024	
1	ลำดับที่การวัด	7	2	9	6	5	4	1	7	3	10	0.0018
	0.002	0.001	0.002	0.004	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	
	0.0013	0.0023	0.0040	0.0020	0.0020	0.0020	0.0023	0.0020	0.0017	0.0017	0.0022	
AVERAGE	ลำดับที่การวัด	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000	0.0020	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0008
	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000	0.0020	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0008	
	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000	0.0020	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0008	
RANGE	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8	0.0019
	0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	
	0.002	0.001	0.002	0.003	0.003	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	
1	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2	0.0020
	0.002	0.001	0.002	0.003	0.003	0.001	0.001	0.003	0.003	0.001	0.001	
	0.001	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	
AVERAGE	ลำดับที่การวัด	0.0017	0.0017	0.0017	0.0033	0.0027	0.0013	0.0027	0.0027	0.0013	0.0010	0.0020
	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009	
	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009	
RANGE	ลำดับที่การวัด	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0021
	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0021	
	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0021	
Part												
Average (Xp)		0.0024	0.0014	0.0020	0.0037	0.0022	0.0016	0.0023	0.0023	0.0017	0.0013	0.0023
R̄  =		0.0009	R̄  =	0.0008	R̄  =	0.0009	R̄  =	0.0009	R̄  =	0.0009	R̄  =	0.0009
Max X̄  =		0.0022	Min X̄  =	0.0020	X̄  =	0.0020	X̄  =	0.0020	X̄  =	0.0020	X̄  =	0.0020
R̄  =		0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009
R̄  =		0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009	x̄  =	0.0009
A.	Mrs. Sudaporn											
B.	ME. Somyot											
C.	Mrs. Khwanja											

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 3ZZ (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet				
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-0D050	ชื่อเครื่องมือวัด :	Dial gage	วันที่ : 18/10/02
คุณลักษณะเฉพาะ :	เส้นผ่านศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด :	ID.NO.DT.338	ดำเนินการโดย :
ค่าอนุโลม :	0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด :	วัดขนาด	อนุมัติโดย :
From data sheet :	$\bar{R} = 0.00087$	$\bar{X}_{DIFF} = 0.00020$	$R_p = 0.0023$	
Measurement Unit Analysis			% Total Variation (TV)	
Repeatability - Equipment Variation (EV)			% EV = 100 [EV / TV]	
EV = $\bar{R} \times K$		Trials	$K_1$	= 100 [ 0.0026 / 0.0046 ]
= 0.00087 x 3.050		2	4.56	= 57.229 %
= 0.002643		3	3.05	
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)			% AV = 100 [AV / TV]	
AV = $\sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$		Appraisers	2	3
= $\sqrt{(0.00020 \times 2.7)^2 - (0.00000699 / 30)}$		$K_2$	3.65	2.7
= 0.00024				n = number of part
				r = number of trials
Repeatability & Reproducibility (R&R)			% R&R = 100 [R&R / TV]	
R&R = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$		Parts	$K_3$	= 100 [ 0.0027 / 0.0046 ]
= $\sqrt{0.00000699 + 0.000000059}$		2	3.65	= 57.468 %
= 0.00265				
Part Variation (PV)			% PV = 100 [PV / TV]	
PV = $R_p \times K_3$		3	2.70	= 100 [ 0.0038 / 0.0046 ]
= 0.0023 x 1.62		4	2.30	= 81.838 %
= 0.00378		5	2.08	
		6	1.93	
Total Variation (TV)				
TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$		7	1.82	
= $\sqrt{0.00000705 + 0.000014}$		8	1.74	
= 0.0046		9	1.67	
		10	1.62	
Notes:				
A: MR.Mongkonchai				
B: MR.Somyot				
C: MR.Bundit				

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 3ZZ (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CNTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด : Dial gage	ค่าอนุโลม 0-0.010	วันที่ : 18/10/02
หมายเลขชิ้นงาน : 13211-0D050	คุณลักษณะเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด : ID.NO.DT.338
$\bar{X} = 0.0021$ $UCL = 0.0030$ $LCL = 0.0012$ % Of Part AV. Out. Limit= 17%   แผนภูมิควบคุม $\bar{x}$		
<p>APPRAISER A</p>	<p>APPRAISER B</p>	<p>APPRAISER C</p>
$R = 0.0009$ $UCL = 0.0028$ $LCL = 0.0000$ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย		
<p>APPRAISER A</p>	<p>APPRAISER B</p>	<p>APPRAISER C</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

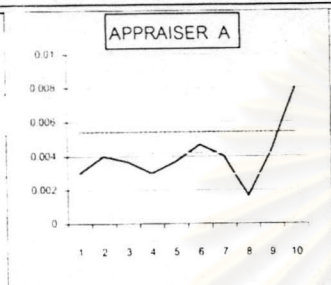
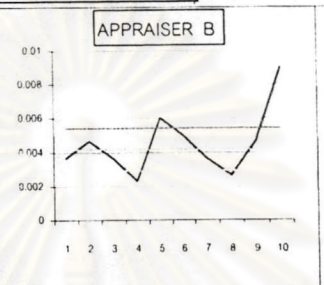
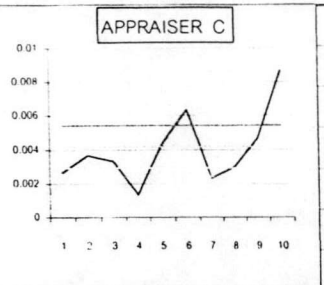
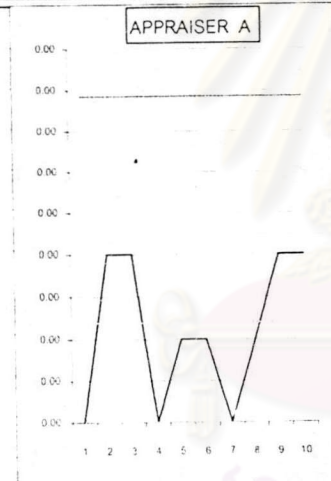
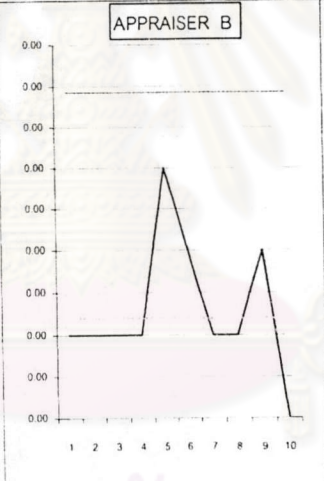
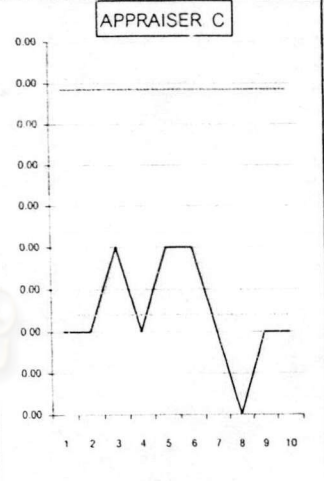
ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 508T

หมายเลขวัด		ผลการวัด		บันทึกผลการวัดประจำวัน										AVERAGE
				จุดสุ่มเลข										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6		
1	1	0.003	0.005	0.005	0.003	0.003	0.005	0.004	0.001	0.005	0.008	0.0042		
	2	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.005	0.004	0.002	0.005	0.009	0.0042		
	3	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.002	0.003	0.007	0.0036		
AVERAGE		0.0030	0.0040	0.0037	0.0030	0.0037	0.0047	0.0040	0.0017	0.0043	0.0080	$\bar{X}_a = 0.0040$		
RANGE		0.0000	0.0020	0.0020	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0010	0.0020	0.0020	$R_a = 0.0011$		
1	1	0.004	0.005	0.004	0.003	0.005	0.006	0.004	0.002	0.006	0.009	0.0048		
	2	0.004	0.005	0.003	0.002	0.005	0.004	0.003	0.003	0.004	0.009	0.0042		
	3	0.003	0.004	0.004	0.002	0.008	0.005	0.004	0.003	0.004	0.009	0.0046		
AVERAGE		0.0037	0.0047	0.0037	0.0023	0.0060	0.0050	0.0037	0.0027	0.0047	0.0090	$\bar{X}_b = 0.0045$		
RANGE		0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0030	0.0020	0.0010	0.0010	0.0020	0.0060	$R_b = 0.0013$		
1	1	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.005	0.002	0.003	0.005	0.009	0.0036		
	2	0.002	0.004	0.004	0.001	0.005	0.007	0.002	0.003	0.004	0.009	0.0041		
	3	0.003	0.004	0.004	0.002	0.006	0.007	0.003	0.003	0.004	0.009	0.0044		
AVERAGE		0.0027	0.0037	0.0033	0.0013	0.0043	0.0063	0.0023	0.0030	0.0047	0.0087	$\bar{X}_c = 0.0040$		
RANGE		0.0010	0.0010	0.0020	0.0010	0.0020	0.0020	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	$R_c = 0.0012$		
Part												$\bar{X} = 0.0042$		
Average Xp)		0.0031	0.0041	0.0036	0.0022	0.0047	0.0053	0.0033	0.0024	0.0046	0.0086	$R_p = 0.0063$		
[R <sub>a</sub> =		0.0011	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012		
[Max $\bar{X}$ =		0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045		
[R <sub>b</sub> =		0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012		
[R <sub>c</sub> =		0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012		
A:		MR.Mongkonchai												
B:		MR.Somyot												
C:		MR.Bundit												

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 508T (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet			
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-02080	ชื่อเครื่องมือวัด :	Dial gage
วันที่ :	18/10/02	คุณสมบัติเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด : IM.NO.DT.319
ค่าอนุโลม :	0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด	วัดขนาด
			อนุมัติโดย :
From data sheet :	$\bar{R} = 0.001200$	$\bar{X}_{DIFF} = 0.0005$	$\bar{s}_p = 0.00633$
Measurement Unit Analysis		% Total Variation (TV)	
Repeatability - Equipment Variation (EV)		% EV = 100 [EV / TV]	
EV = $\bar{R} \times K_1$		= 100 [ 0.0037 / 0.0110 ]	
= 0.00120 x 3.050	Trials	K <sub>1</sub>	= 33.371 %
= 0.003660	2	4.56	
	3	3.05	
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)		% AV = 100 [AV / TV]	
AV = $\sqrt{(\bar{X}_{DIFF}^2 \times K_2^2) - (EV^2 / nr)}$	= 100 [ 0.0013 / 0.0110 ]		
= $\sqrt{(0.00053 \times 2.7)^2 - (0.00001 / 30)}$	= 11.630 %		
= 0.001276	Appraisers	2	3
	K <sub>2</sub>	3.65	2.7
			n = number of part
			r = number of trials
Repeatability & Reproducibility (R&R)		% R&R = 100 [R&R / TV]	
R&R = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$	= 100 [ 0.0039 / 0.0110 ]		
= $\sqrt{0.00001340 + 0.000001627}$	Parts	K <sub>3</sub>	= 35.339 %
= 0.00388	2	3.65	
Part Variation (PV)		3	2.70
PV = Rp x K <sub>3</sub>	4	2.30	% PV = 100 [PV / TV]
= 0.0063 x 1.62	5	2.08	= 100 [ 0.0103 / 0.0110 ]
= 0.01026	6	1.93	= 93.547 %
Total Variation (TV)		7	1.82
TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$	8	1.74	
= $\sqrt{0.00001502 + 0.000105}$	9	1.67	
= 0.0110	10	1.62	
Notes:			
A: MR.Mongkonchai			
B: MR.Somyot			
C: MR.Bundit			

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 508T (ต่อ)

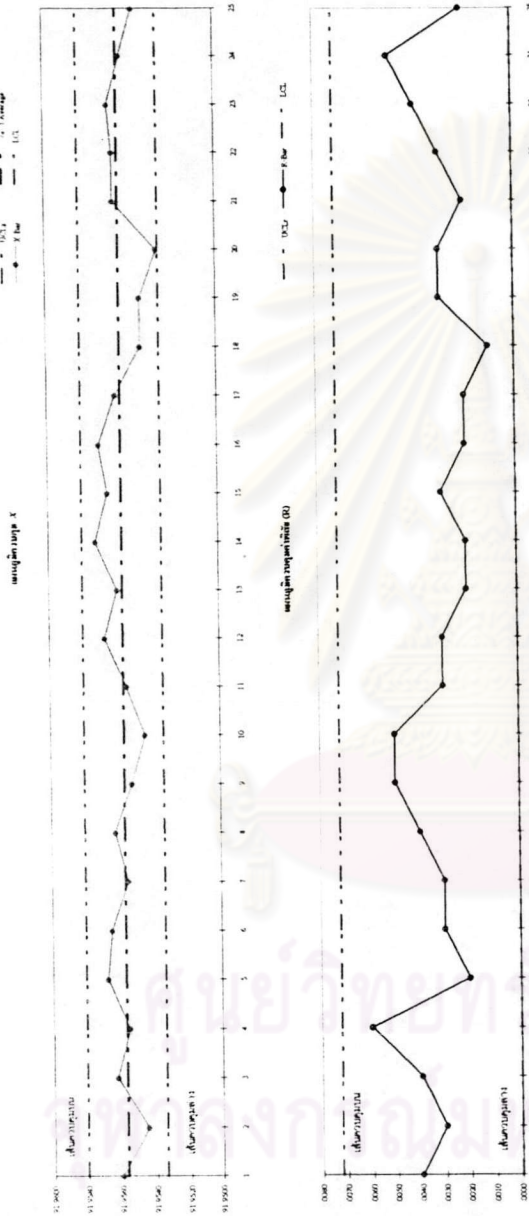
แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CONTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด Dial gage	ค่าอนุโลม 0-0.010	วันที่: 18/10/02
หมายเลขชิ้นงาน: 13211-02080	คุณลักษณะเฉพาะ: เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด: ID.NO.DT.319
$\bar{X} = 0.0042$ $UCL = 0.0054$ $LCL = 0.0029$ % Of Part AV. Out. Limit= 37%   แผนภูมิควบคุม $\bar{x}$		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
$R = 0.0012$ $UCL = 0.0039$ $LCL = 0.0000$ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย		
<b>APPRAISER A</b> 	<b>APPRAISER B</b> 	<b>APPRAISER C</b> 
ศูนย์วิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบลุ่น 2L

หมายเลขเอกสาร		ใบตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอกมาตรฐาน		วันที่	กะ	
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่				ลูกสูบลุ่น 2L	หมายเลขลูกสูบ 13211-05010	
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการตัดขึ้นรูปย่อย" การขัดละเอียด"		เครื่องจักรหมายเลข M 186		
ลำดับที่	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1	10 ต.ค.45	10:00 AM	91.958	91.957	91.955	91.954
2	10 ต.ค.45	12:00 PM	91.956	91.954	91.953	91.955
3	10 ต.ค.45	2:00 PM	91.958	91.957	91.954	91.956
4	10 ต.ค.45	4:00 PM	91.957	91.958	91.952	91.955
5	10 ต.ค.45	10:00 PM	91.958	91.957	91.956	91.956
6	10 ต.ค.45	12:00 AM	91.956	91.955	91.957	91.958
7	10 ต.ค.45	2:00 AM	91.955	91.954	91.956	91.957
8	10 ต.ค.45	4:00 AM	91.955	91.956	91.955	91.959
9	11 ต.ค.45	10:00 AM	91.953	91.954	91.956	91.958
10	11 ต.ค.45	12:00 PM	91.952	91.954	91.955	91.957
11	11 ต.ค.45	2:00 PM	91.954	91.955	91.956	91.957
12	11 ต.ค.45	4:00 PM	91.955	91.956	91.958	91.958
13	11 ต.ค.45	10:00 PM	91.956	91.957	91.956	91.955
14	11 ต.ค.45	12:00 AM	91.958	91.958	91.957	91.956
15	11 ต.ค.45	2:00 AM	91.957	91.958	91.956	91.955
16	11 ต.ค.45	4:00 AM	91.958	91.957	91.956	91.957
17	12 ต.ค.45	10:00 AM	91.956	91.955	91.957	91.956
18	12 ต.ค.45	12:00 PM	91.955	91.954	91.955	91.954
19	12 ต.ค.45	2:00 PM	91.954	91.953	91.956	91.955
20	12 ต.ค.45	4:00 PM	91.953	91.952	91.954	91.955
21	12 ต.ค.45	10:00 PM	91.955	91.956	91.957	91.956
22	12 ต.ค.45	12:00 AM	91.956	91.955	91.958	91.955
23	12 ต.ค.45	2:00 AM	91.958	91.958	91.957	91.956
24	12 ต.ค.45	4:00 AM	91.953	91.958	91.956	91.955
25	13 ต.ค.45	10:00 AM	91.956	91.955	91.954	91.954



ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 2L (ต่อ)



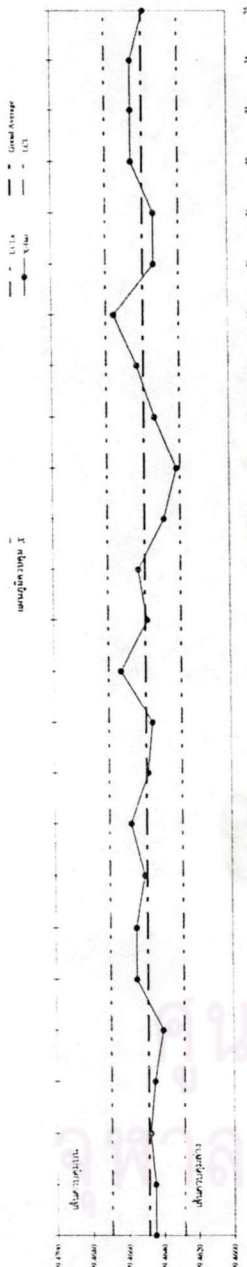
วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
ค่าที่ 1	91.958	91.956	91.958	91.957	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958	91.958		
ค่าที่ 2	91.957	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953		
ค่าที่ 3	91.955	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953		
ค่าที่ 4	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953	91.953		
รวมทุกตัว	367.8240	367.8220	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	367.8270	
UCL <sub>x</sub>	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	91.9580	
Grand Average	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	91.9537	
X-Bar	91.9560	91.9545	91.9563	91.9555	91.9568	91.9568	91.9565	91.9555	91.9563	91.9553	91.9545	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534
LCL	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534	91.9534
UCLr	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	
R-Bar	.0040	.0030	.0040	.0060	.0020	.0030	.0030	.0040	.0050	.0030	.0030	.0030	.0020	.0030	.0020	.0030	.0020	.0010	.0030	.0020	.0030	.0020	.0030	.0040	.0050	.0030	.0040	.0050	
LCLr	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	

ค่าพิสัยควบคุมบน:  $C_{pu} = 0.930$   
 ค่าพิสัยควบคุมล่าง:  $C_{pl} = 1.242$   
 ค่าดัชนีความสามารถเชิงกระบวนการ:  $C_p = 1.096$   
 ค่าดัชนีความสามารถเชิงกระบวนการ:  $C_{pk} = 0.930$

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบลุ่น 5L

หมายเลขเอกสาร		ใบตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางภายนอกมาตรฐาน		วันที่	กะ	
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่				10-13 ต.ค.45	B	
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการตัดขึ้นรูปย่อย" การขัดละเอียด"		ลูกสูบลุ่น 5L	หมายเลขลูกสูบ 13211-05020	
ลำดับที่	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1	10 ต.ค.45	10:00 AM	99.463	99.465	99.465	99.464
2	10 ต.ค.45	12:00 PM	99.466	99.465	99.463	99.465
3	10 ต.ค.45	2:00 PM	99.466	99.463	99.466	99.465
4	10 ต.ค.45	4:00 PM	99.465	99.463	99.466	99.464
5	10 ต.ค.45	10:00 PM	99.466	99.462	99.465	99.463
6	10 ต.ค.45	12:00 AM	99.465	99.465	99.466	99.466
7	10 ต.ค.45	2:00 AM	99.465	99.466	99.465	99.466
8	10 ต.ค.45	4:00 AM	99.466	99.465	99.464	99.465
9	11 ต.ค.45	10:00 AM	99.467	99.464	99.465	99.467
10	11 ต.ค.45	12:00 PM	99.465	99.465	99.463	99.466
11	11 ต.ค.45	2:00 PM	99.466	99.466	99.462	99.464
12	11 ต.ค.45	4:00 PM	99.468	99.464	99.467	99.466
13	11 ต.ค.45	10:00 PM	99.467	99.463	99.465	99.464
14	11 ต.ค.45	12:00 AM	99.465	99.465	99.466	99.465
15	11 ต.ค.45	2:00 AM	99.464	99.464	99.464	99.463
16	11 ต.ค.45	4:00 AM	99.463	99.463	99.462	99.464
17	12 ต.ค.45	10:00 AM	99.464	99.464	99.465	99.464
18	12 ต.ค.45	12:00 PM	99.466	99.465	99.466	99.464
19	12 ต.ค.45	2:00 PM	99.467	99.466	99.467	99.466
20	12 ต.ค.45	4:00 PM	99.464	99.462	99.465	99.466
21	12 ต.ค.45	10:00 PM	99.463	99.466	99.465	99.463
22	12 ต.ค.45	12:00 AM	99.466	99.465	99.464	99.467
23	12 ต.ค.45	2:00 AM	99.465	99.466	99.463	99.468
24	12 ต.ค.45	4:00 AM	99.464	99.465	99.466	99.467
25	13 ต.ค.45	10:00 AM	99.463	99.463	99.465	99.468

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสุบรุ่น 5L (ต่อ)



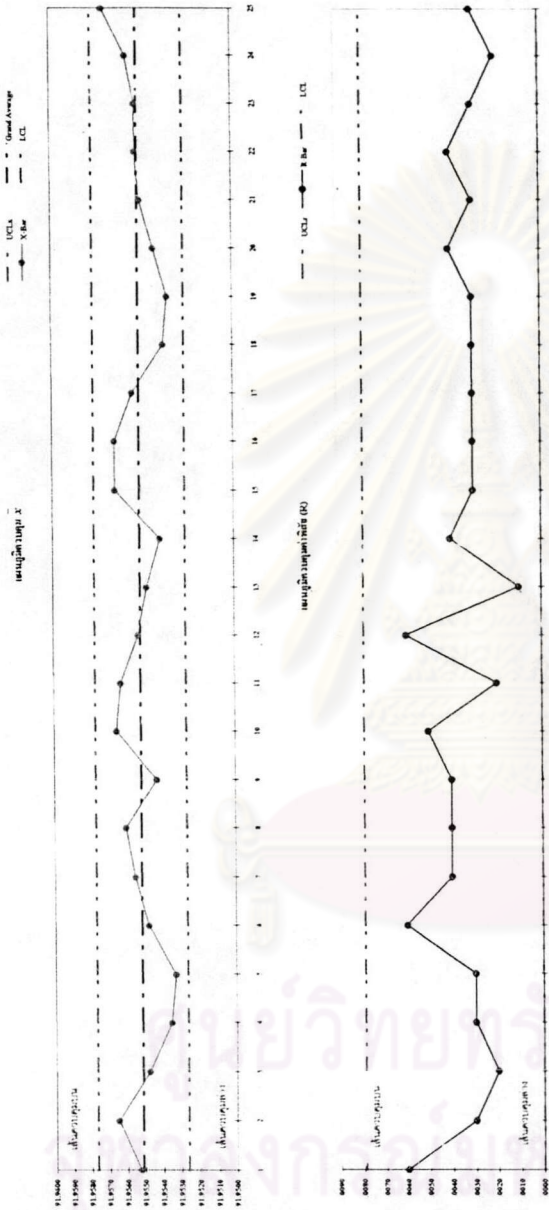
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
ครั้งที่ 1	99.463	99.466	99.466	99.465	99.466	99.465	99.465	99.466	99.467	99.465	99.466	99.468	99.467	99.464	99.464	99.463	99.464	99.466	99.467	99.464	99.463	99.466	99.465	99.464	99.464	99.463
ครั้งที่ 2	99.465	99.465	99.462	99.463	99.462	99.465	99.466	99.465	99.464	99.465	99.464	99.466	99.464	99.465	99.465	99.463	99.464	99.465	99.466	99.462	99.466	99.465	99.465	99.465	99.465	99.463
ครั้งที่ 3	99.466	99.462	99.466	99.466	99.465	99.466	99.465	99.464	99.465	99.463	99.462	99.467	99.465	99.466	99.466	99.462	99.465	99.467	99.467	99.465	99.465	99.464	99.464	99.466	99.466	99.465
ครั้งที่ 4	99.464	99.465	99.465	99.464	99.464	99.465	99.466	99.465	99.467	99.466	99.464	99.466	99.464	99.465	99.463	99.464	99.464	99.464	99.466	99.466	99.463	99.467	99.467	99.467	99.467	99.468
ค่ารวมค่าหัว	397.8580	397.8580	397.8590	397.8580	397.8560	397.8620	397.8620	397.8600	397.8630	397.8590	397.8580	397.8650	397.8590	397.8610	397.8550	397.8520	397.8570	397.8610	397.8660	397.8570	397.8570	397.8620	397.8620	397.8620	397.8620	397.8590
ค่ารวมค่าท้าย	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670	99.4670
Grand Average	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649	99.4649
X-Bar	99.4645	99.4645	99.4648	99.4645	99.4640	99.4655	99.4628	99.4655	99.4658	99.4638	99.4648	99.4663	99.4648	99.4653	99.4638	99.4630	99.4643	99.4653	99.4663	99.4643	99.4643	99.4655	99.4643	99.4655	99.4643	99.4649
UCL	99.4675	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628	99.4628
LCL	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065	0065
R-Bar	0030	0040	0040	0030	0040	0010	0010	0020	0010	0010	0040	0040	0040	0010	0010	0020	0010	0020	0010	0040	0010	0040	0010	0010	0010	0050
LCL	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

ค่าจำนวนตามเกณฑ์ CPU = 1.237  
 ค่าจำนวนตามเกณฑ์ CPL = 1.179  
 ค่าจำนวนตามเกณฑ์ C<sub>p</sub> = 1.206  
 ค่าจำนวนตามเกณฑ์ C<sub>pk</sub> = 1.179

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบลุ่น 122F

หมายเลขเอกสาร		ใบตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางภายนอกมาตรฐาน		วันที่	กะ	
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่				14-17 ต.ค.45	A	
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการตัดขึ้นรูปย่อย" การขัดละเอียด"		ลูกสูบลุ่น	หมายเลขลูกสูบ	
				122 F	13211-050230	
				เครื่องจักรหมายเลข M 163		
ลำดับที่	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1	14 ต.ค.45	10:00 AM	91.958	91.952	91.954	91.957
2	14 ต.ค.45	12:00 PM	91.957	91.955	91.956	91.958
3	14 ต.ค.45	2:00 PM	91.956	91.953	91.955	91.954
4	14 ต.ค.45	4:00 PM	91.954	91.953	91.952	91.955
5	14 ต.ค.45	10:00 PM	91.952	91.952	91.954	91.955
6	14 ต.ค.45	12:00 AM	91.952	91.958	91.955	91.954
7	14 ต.ค.45	2:00 AM	91.953	91.956	91.957	91.956
8	14 ต.ค.45	4:00 AM	91.954	91.957	91.958	91.955
9	15 ต.ค.45	10:00 AM	91.955	91.956	91.954	91.952
10	15 ต.ค.45	12:00 PM	91.958	91.958	91.957	91.953
11	15 ต.ค.45	2:00 PM	91.957	91.957	91.956	91.955
12	15 ต.ค.45	4:00 PM	91.956	91.958	91.955	91.952
13	15 ต.ค.45	10:00 PM	91.955	91.955	91.954	91.955
14	15 ต.ค.45	12:00 AM	91.954	91.954	91.952	91.956
15	15 ต.ค.45	2:00 AM	91.958	91.956	91.955	91.957
16	15 ต.ค.45	4:00 AM	91.957	91.958	91.956	91.955
17	16 ต.ค.45	10:00 AM	91.956	91.957	91.955	91.954
18	16 ต.ค.45	12:00 PM	91.954	91.955	91.952	91.954
19	16 ต.ค.45	2:00 PM	91.953	91.952	91.954	91.955
20	16 ต.ค.45	4:00 PM	91.952	91.955	91.954	91.956
21	16 ต.ค.45	10:00 PM	91.955	91.954	91.954	91.957
22	16 ต.ค.45	12:00 AM	91.956	91.955	91.953	91.957
23	16 ต.ค.45	2:00 AM	91.955	91.954	91.955	91.957
24	16 ต.ค.45	4:00 AM	91.955	91.956	91.957	91.955
25	17 ต.ค.45	10:00 AM	91.955	91.957	91.958	91.958

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 122F (ต่อ)



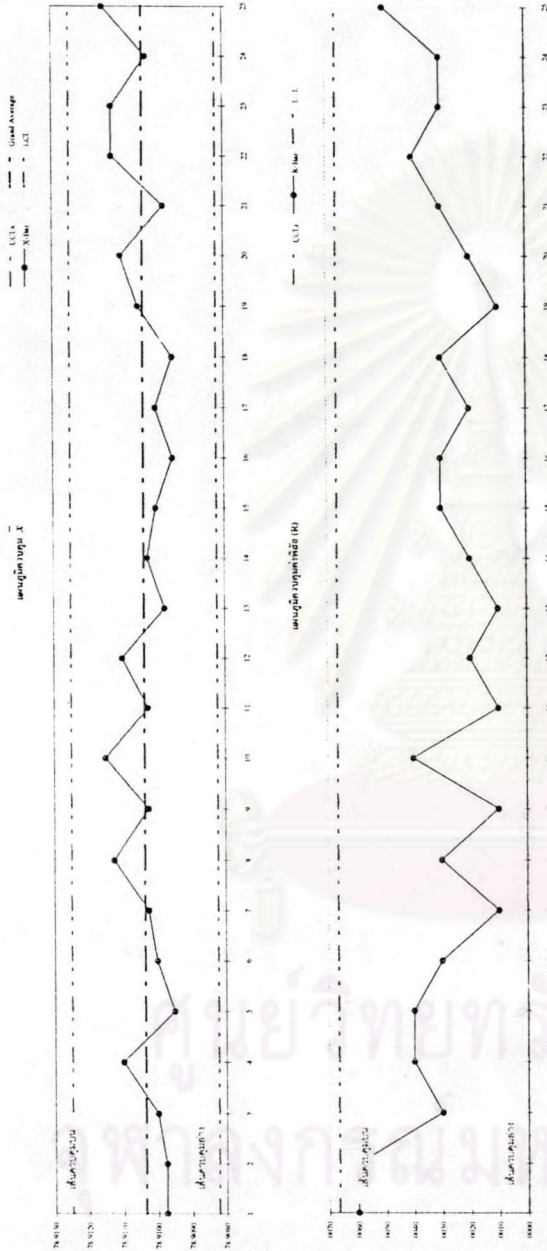
วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
ครั้งที่ 1	91.9565	91.9577	91.9574	91.9582	91.9583	91.9583	91.9584	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585
ครั้งที่ 2	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585
ครั้งที่ 3	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585
ครั้งที่ 4	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585	91.9585
ค่ารวมค่า	367.8210	367.8206	367.8196	367.8140	367.8130	367.8190	367.8228	367.8230	367.8170	367.8260	367.8250	367.8210	367.8190	367.8160	367.8260	367.8260	367.8220	367.8150	367.8140	367.8170	367.8200	367.8210	367.8210	367.8210	367.8210	367.8200
UCL	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577	91.9577
Grand Average	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552	91.9552
X-Bar	91.9553	91.9565	91.9548	91.9533	91.9533	91.9548	91.9553	91.9560	91.9543	91.9563	91.9563	91.9553	91.9548	91.9540	91.9565	91.9565	91.9526	91.9538	91.9535	91.9543	91.9530	91.9533	91.9533	91.9533	91.9538	91.9570
LCL	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526	91.9526
UCLr	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079	.0079
R-Bar	.0060	.0030	.0020	.0030	.0030	.0060	.0010	.0040	.0040	.0030	.0020	.0060	.0010	.0040	.0030	.0030	.0030	.0030	.0030	.0030	.0040	.0030	.0040	.0030	.0020	.0030
LCLr	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

ค่าความแปรปรวน CPU = 0.967  
 ค่าความผันแปร CPL = 1.016  
 ค่าความผันแปรเชิงลึก C<sub>p</sub> = 0.966  
 ค่าความผันแปรเชิงกว้าง C<sub>pk</sub> = 0.967

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสุบรุ่น 3ZZ

หมายเลขเอกสาร		ใบตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางภายนอกมาตรฐาน		วันที่	กะ	
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่				14-17 ต.ค.45	A	
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการตัดขึ้นรูปย่อย" การขัดละเอียด"		ลูกสุบรุ่น 508T	หมายเลขลูกสุบ 13211-02080	
ลำดับที่	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1	17 ต.ค.45	10:00 AM	78.910	78.910	78.910	78.911
2	17 ต.ค.45	12:00 PM	78.911	78.911	78.911	78.910
3	17 ต.ค.45	2:00 PM	78.910	78.910	78.911	78.911
4	17 ต.ค.45	4:00 PM	78.910	78.910	78.910	78.910
5	17 ต.ค.45	10:00 PM	78.911	78.910	78.910	78.910
6	17 ต.ค.45	12:00 AM	78.910	78.911	78.911	78.911
7	17 ต.ค.45	2:00 AM	78.911	78.910	78.910	78.910
8	17 ต.ค.45	4:00 AM	78.910	78.911	78.911	78.911
9	18 ต.ค.45	10:00 AM	78.910	78.911	78.910	78.910
10	18 ต.ค.45	12:00 PM	78.911	78.910	78.910	78.911
11	18 ต.ค.45	2:00 PM	78.910	78.910	78.911	78.910
12	18 ต.ค.45	4:00 PM	78.911	78.910	78.910	78.911
13	18 ต.ค.45	10:00 PM	78.910	78.911	78.910	78.911
14	18 ต.ค.45	12:00 AM	78.910	78.911	78.911	78.910
15	18 ต.ค.45	2:00 AM	78.910	78.911	78.910	78.911
16	18 ต.ค.45	4:00 AM	78.911	78.910	78.911	78.910
17	19 ต.ค.45	10:00 AM	78.910	78.911	78.911	78.910
18	19 ต.ค.45	12:00 PM	78.911	78.910	78.911	78.910
19	19 ต.ค.45	2:00 PM	78.910	78.910	78.911	78.911
20	19 ต.ค.45	4:00 PM	78.911	78.911	78.910	78.910
21	19 ต.ค.45	10:00 PM	78.910	78.910	78.911	78.911
22	19 ต.ค.45	12:00 AM	78.911	78.911	78.910	78.910
23	19 ต.ค.45	2:00 AM	78.910	78.910	78.911	78.911
24	19 ต.ค.45	4:00 AM	78.911	78.911	78.910	78.911
25	20 ต.ค.45	10:00 AM	78.910	78.910	78.911	78.910

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 3Z7 (ต่อ)



ส.ค.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ค่าเฉลี่ย	78.912	78.912	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911
ค่าต่ำสุด	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911
ค่าสูงสุด	78.906	78.906	78.908	78.914	78.907	78.908	78.913	78.913	78.914	78.914	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911
ค่าต่ำสุด 4	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911	78.911
ค่าต่ำสุด 3	315.6390	315.6390	315.6400	315.6400	315.6380	315.6400	315.6410	315.6410	315.6410	315.6410	315.6410	315.6410	315.6410	315.6390	315.6400	315.6390	315.6400	315.6380	315.6420	315.6440	315.6390	315.6400	315.6450	315.6410	315.6460
ค่าต่ำสุด 2	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125	78.9125
ค่าต่ำสุด 1	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104
ค่าต่ำสุด 0	78.9098	78.9098	78.9100	78.9110	78.9095	78.9100	78.9103	78.9103	78.9115	78.9115	78.9103	78.9110	78.9098	78.9103	78.9100	78.9095	78.9100	78.9095	78.9105	78.9110	78.9098	78.9113	78.9113	78.9103	78.9115
ค่าต่ำสุด -1	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082	78.9082
ค่าต่ำสุด -2	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
ค่าต่ำสุด -3	0.000	0.000	0.010	0.040	0.030	0.040	0.030	0.010	0.040	0.040	0.010	0.020	0.010	0.020	0.030	0.030	0.020	0.030	0.010	0.020	0.030	0.040	0.030	0.030	0.050
ค่าต่ำสุด -4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ค่าควบคุมบน = 1.051  
 ค่าควบคุมล่าง = 1.260  
 ค่าควบคุมบนที่ 4σ = 1.175  
 ค่าควบคุมล่างที่ 4σ = 1.051

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบลุ่น 508T

หมายเลขเอกสาร		ใบตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางภายนอกมาตรฐาน		วันที่	กะ	
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่				17-20 ต.ค 45	B	
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการตัดขึ้นรูปย่อย" การขัดละเอียด"		ลูกสูบลุ่น 3ZZ	หมายเลขลูกสูบ 13211-0D050	
ลำดับที่	วันที่	เวลา	ค่าที่วัดได้			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1	14 ต.ค.45	10:00 AM	78.62	78.617	78.618	78.619
2	14 ต.ค.45	12:00 PM	78.621	78.618	78.619	78.617
3	14 ต.ค.45	2:00 PM	78.62	78.62	78.619	78.621
4	14 ต.ค.45	4:00 PM	78.619	78.62	78.618	78.619
5	14 ต.ค.45	10:00 PM	78.622	78.621	78.619	78.62
6	14 ต.ค.45	12:00 AM	78.621	78.622	78.617	78.618
7	14 ต.ค.45	2:00 AM	78.62	78.623	78.618	78.619
8	14 ต.ค.45	4:00 AM	78.619	78.62	78.619	78.621
9	15 ต.ค.45	10:00 AM	78.617	78.62	78.62	78.619
10	15 ต.ค.45	12:00 PM	78.618	78.618	78.619	78.62
11	15 ต.ค.45	2:00 PM	78.621	78.619	78.618	78.62
12	15 ต.ค.45	4:00 PM	78.619	78.617	78.619	78.618
13	15 ต.ค.45	10:00 PM	78.618	78.619	78.617	78.617
14	15 ต.ค.45	12:00 AM	78.619	78.62	78.619	78.621
15	15 ต.ค.45	2:00 AM	78.62	78.619	78.62	78.619
16	15 ต.ค.45	4:00 AM	78.618	78.617	78.619	78.62
17	16 ต.ค.45	10:00 AM	78.617	78.618	78.62	78.621
18	16 ต.ค.45	12:00 PM	78.618	78.619	78.619	78.618
19	16 ต.ค.45	2:00 PM	78.619	78.62	78.621	78.622
20	16 ต.ค.45	4:00 PM	78.62	78.621	78.622	78.623
21	16 ต.ค.45	10:00 PM	78.62	78.618	78.619	78.623
22	16 ต.ค.45	12:00 AM	78.621	78.617	78.62	78.622
23	16 ต.ค.45	2:00 AM	78.623	78.619	78.621	78.621
24	16 ต.ค.45	4:00 AM	78.621	78.62	78.622	78.62
25	17 ต.ค.45	10:00 AM	78.622	78.623	78.623	78.619







ภาคผนวก ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 2L

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS																						
Part No. & Name: 13211-05010	INSTRUMENT NAME: DIAL GAUGE	DATE: 2-Dec-02																				
Characteristics: เส้นผ่าศูนย์กลางกลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.155	PERFORMED BY:																				
Specification: 0 ~ 10		APPROVED BY:																				
Tolerance: 10																						
<p>บันทึกผลการวัด</p> <table> <tbody> <tr> <td><math>X_1 = 91.9405</math></td> <td><math>X_{11} = 91.9395</math></td> </tr> <tr> <td><math>X_2 = 91.9405</math></td> <td><math>X_{12} = 91.9400</math></td> </tr> <tr> <td><math>X_3 = 91.9400</math></td> <td><math>X_{13} = 91.9400</math></td> </tr> <tr> <td><math>X_4 = 91.9405</math></td> <td><math>X_{14} = 91.9405</math></td> </tr> <tr> <td><math>X_5 = 91.9405</math></td> <td><math>X_{15} = 91.9400</math></td> </tr> <tr> <td><math>X_6 = 91.9400</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>X_7 = 91.9395</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>X_8 = 91.9400</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>X_9 = 91.9400</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>X_{10} = 91.9400</math></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1379.102}{15} = 91.9401$ <p>Reference Value = 91.9401</p> <p>Process Variation = Tolerance = 0.0003</p> <p><math>\sigma_p = 0.0002315</math>    <math>d_2^* = 3.553</math>    <math>g = 1</math>    <math>m = 15</math></p> <p><math>\sigma_s = 0.0000727</math></p> <p>Bias = -0.00004</p> <p><math>t = -0.55</math></p> <p>% BIAS = <math>100 [   \text{Bias}   / \text{Process Variation} ]</math></p> <p>= <math>100 [ 0.00004 / 0.000327 ]</math></p> <p>= 12.248 %</p>			$X_1 = 91.9405$	$X_{11} = 91.9395$	$X_2 = 91.9405$	$X_{12} = 91.9400$	$X_3 = 91.9400$	$X_{13} = 91.9400$	$X_4 = 91.9405$	$X_{14} = 91.9405$	$X_5 = 91.9405$	$X_{15} = 91.9400$	$X_6 = 91.9400$		$X_7 = 91.9395$		$X_8 = 91.9400$		$X_9 = 91.9400$		$X_{10} = 91.9400$	
$X_1 = 91.9405$	$X_{11} = 91.9395$																					
$X_2 = 91.9405$	$X_{12} = 91.9400$																					
$X_3 = 91.9400$	$X_{13} = 91.9400$																					
$X_4 = 91.9405$	$X_{14} = 91.9405$																					
$X_5 = 91.9405$	$X_{15} = 91.9400$																					
$X_6 = 91.9400$																						
$X_7 = 91.9395$																						
$X_8 = 91.9400$																						
$X_9 = 91.9400$																						
$X_{10} = 91.9400$																						

ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 2L (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) = $\bar{X}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_x$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_s$
ก (n)	91.9401	0.0002815	0.0000727
ค่าวัด (Measured Value)			

ค่าอ้างอิง (Reference value)	=	91.94014	$\alpha = 0.5,$	$g = 1$	$t' = 3.553$
ค่าวัด (Measured Value)		-0.55			
ค่าวัดสถิติ (Statistic)	$df$				
		10.8			
	ค่าเบี่ยงเบน ปลายทั้งสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)				
		2.145			
	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)				
		-0.00004			
	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)				
		ค่าต่ำสุด (Lower)			
					ค่าสูงสุด (Upper)
		-0.00019			0.00011

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสุบรุ่น 5L

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS			
Part No. & Name : 13211-05020	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE :	4-Dec-02
Characteristics : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. : ID.NO.DT.334	PERFORMED BY :	
Specification : 0 ~ 10		APPROVED BY :	
Tolerance : 10			
บันทึกผลการวัด			
$X_1 = 99.4500$	$X_{11} = 99.4500$		
$X_2 = 99.4500$	$X_{12} = 99.4505$		
$X_3 = 99.4500$	$X_{13} = 99.4500$		
$X_4 = 99.4505$	$X_{14} = 99.4500$		
$X_5 = 99.4500$	$X_{15} = 99.4505$		
$X_6 = 99.4505$			
$X_7 = 99.4495$			
$X_8 = 99.4505$			
$X_9 = 99.4500$			
$X_{10} = 99.4505$			
$\bar{X} = \frac{\sum X}{15} = \frac{1491.75}{15} = 99.45017$			
Reference Value = 99.45021			
Process Variation = Tolerance = 0.00030			
$\sigma_r = 0.0002815$ $d_2^* = 3.553$ $g = 1$ $m = 15$			
$\sigma_s = 0.0000727$			
Bias = -0.00004			
t = -0.60			
% BIAS = 100 [   Bias   / Process Variation ]			
= 100 [ 0.00004 / 0.000298 ]			
= 14.534 %			

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 5L (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) = $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_r$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_e$
ค่าวัด (Measured Value)	99.4502	0.0002815	0.0000727

ค่าอ้างอิง (Reference value) = 99.45021		$\alpha = 0.5, g = 1$	$d_i$	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)	
ค่าวัด (Measured Value)	ตัวสถิติ t (Statistic)	df	ค่านัยสำคัญ t แบบ ปลายหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)	ค่าต่ำสุด (Lower)
					ค่าสูงสุด (Upper)
	-0.60	10.8	2.145	0.0000	-0.00020      0.00011

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 122F

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS			
Part No. & Name : 13211-050230	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE :	6-Dec-02
Characteristics : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.307	PERFORMED BY:	
Specification : 0 ~ 10		APPROVED BY:	
Tolerance : 10			

บันทึกผลการวัด

$X_1 = 91.9400$	$X_{11} = 91.9405$
$X_2 = 91.9400$	$X_{12} = 91.9400$
$X_3 = 91.9395$	$X_{13} = 91.9400$
$X_4 = 91.9400$	$X_{14} = 91.9395$
$X_5 = 91.9400$	$X_{15} = 91.9405$
$X_6 = 91.9405$	
$X_7 = 91.9405$	
$X_8 = 91.9405$	
$X_9 = 91.9395$	
$X_{10} = 91.9405$	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{15} = \frac{1379.10}{15} = 91.94010$$

Reference Value = 91.94014

Process Variation = Tolerance = 0.00037

$$\sigma_r = 0.0002815 \quad d_2^* = 3.553 \quad g = 1 \quad m = 15$$

$$\sigma_b = 0.0000727$$

Bias = -0.00004

$$t = -0.55$$

% BIAS = 100 [ | Bias | / Process Variation ]

$$= 100 [ 0.00004 / 0.000374 ]$$

$$= 10.690 \%$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 122F (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) = $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_x$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_{\bar{x}}$
ค่าวัด (Measured Value)	91.9401	0.0002315	0.0000727

	ค่าอ้างอิง (Reference value) = 91.94014	$\alpha = 0.5, \quad g = 1$	$d_i = 3.553$
ค่าวัด (Measured Value)			
ตัวสถิติ t (t Statistic)	df	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)
-0.55	10.8	2.145	ค่าต่ำสุด (Lower)      ค่าสูงสุด (Upper)
		-0.00004	-0.00019      0.00011



## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 3ZZ

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS		
Part No. & Name : 13211-0D050	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE : 9-Dec-02
Characteristics : เส้นผ่านศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.338	PERFORMED BY:
Specification : 5 ~ -5		APPROVED BY:
Tolerance : 10		

บันทึกผลการวัด

$X_1 = 78.9105$	$X_{11} = 78.9105$
$X_2 = 78.9105$	$X_{12} = 78.9100$
$X_3 = 78.9105$	$X_{13} = 78.9095$
$X_4 = 78.9100$	$X_{14} = 78.9105$
$X_5 = 78.9105$	$X_{15} = 78.9105$
$X_6 = 78.9095$	
$X_7 = 78.9100$	
$X_8 = 78.9105$	
$X_9 = 78.9100$	
$X_{10} = 78.9105$	

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1183.65}{15} = 78.91023$$

Reference Value = 78.91027

Process Variation = Tolerance = 0.00036

$$\sigma_r = 0.0002815 \quad d_2^* = 3.553 \quad g = 1 \quad m = 15$$

$$\sigma_b = 0.0000727$$

Bias = -0.00004

t = -0.50

$$\% \text{ BIAS} = 100 [ | \text{Bias} | / \text{Process Variation} ]$$

$$= 100 [ 0.00004 / 0.000359 ]$$

$$= 10.213 \%$$

ศูนย์วิทยุวิทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 3ZZ (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_r$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of Mean) $\sigma_s$
n (m)	78.9102	0.0002815	0.0000727
ค่าวัด (Measured Value)	15		

ค่าอ้างอิง (Reference value)	=	78.91027	$\alpha = 0.5, \beta = 1$	$d_i$	3.553
ค่าวัด (Measured Value)					
ตัวสถิติ t (t Statistic)		ค่าเฉลี่ยค่าวัด t แบบปลายหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence Interval of the Bias)	
-0.50	df	2.145	-0.00004	ค่าต่ำสุด (Lower)	ค่าสูงสุด (Upper)
	10.8			-0.00019	0.00012

## ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 508T

บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ BIAS			
Part No. & Name : 13211-02080	INSTRUMENT NAME : DIAL GAUGE	DATE :	10-Dec-02
Characteristics : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	INSTRUMENT No. ID.NO.DT.319	PERFORMED BY:	
Specification : 0 ~ -10		APPROVED BY:	
Tolerance : 10			
บันทึกผลการวัด			
$X_1 = 78.6200$	$X_{11} = 78.6200$		
$X_2 = 78.6205$	$X_{12} = 78.6205$		
$X_3 = 78.6205$	$X_{13} = 78.6195$		
$X_4 = 78.6200$	$X_{14} = 78.6200$		
$X_5 = 78.6205$	$X_{15} = 78.6205$		
$X_6 = 78.6200$			
$X_7 = 78.6200$			
$X_8 = 78.6200$			
$X_9 = 78.6205$			
$X_{10} = 78.6205$			
$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1179.30}{15} = 78.62020$			
Reference Value = 78.62023			
Process Variation = Tolerance = 0.00031			
$\sigma_p = 0.0002815$	$d_4^* = 3.553$	$g = 1$	$m = 15$
$\sigma_s = 0.0000727$			
Bias = -0.00003			
t = -0.41			
% BIAS = 100 [   Bias   / Process Variation ]			
= 100 [ 0.00003 / 0.000306 ]			
= 9.820 %			

ผลการศึกษาค่า Bias ลูกสูบรุ่น 508T (ต่อ)

	ค่าเฉลี่ย (Mean) $\bar{x}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) $\sigma_r$	ค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ย (Standard Error of $t\sigma_{\bar{x}}$ )
n (m)	78.6202	0.0002915	0.0000727
ค่าวัด (Measured Value)	15		

ค่าอ้างอิง (Reference value)	=	78.62023	$\alpha = 0.5, g = 1$	$d_i$	3.553
ค่าวัด (Measured Value)	ค่าสถิติ t (t Statistic)	df	ค่ามีค่าคู่แบบ ปลายหางสองด้าน (Significant t Value, 2-tailed)	ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของความเบี่ยงเบน (95% Confidence interval of the Bias)	
				ค่าความเบี่ยงเบน (Bias)	ค่าสูงสุด (Upper)
-0.41	10.8	2.145	-0.000003	ค่าต่ำสุด (Lower)	0.00012

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบลุ่น 2L

หมายเลขเอกสาร		วันที่									
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่		กะ									
วันที่เริ่มใช้ <th colspan="10">เครื่องจักรหมายเลข</th>		เครื่องจักรหมายเลข									
บ้านทีกผลการวิเคราะห์ระบบการวัด		ID.NO.DT 155									
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ลำดับที่การวัด	2	1	4	7	10	9	3	8	5	6
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9585	91.9600	91.9630	91.9560	91.9595	91.9560	91.9560	91.9610	91.9610	91.9640
	ลำดับที่การวัด	4	6	10	3	2	1	9	8	7	5
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9585	91.9610	91.9630	91.9570	91.9595	91.9570	91.9560	91.9605	91.9610	91.9630
	ลำดับที่การวัด	7	8	2	4	1	9	5	6	10	3
	ผลการวัดครั้งที่ 3	91.9590	91.9605	91.9630	91.9570	91.9590	91.9570	91.9555	91.9610	91.9610	91.9640
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ลำดับที่การวัด	3	9	6	1	4	7	10	2	8	5
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9590	91.9605	91.9615	91.9550	91.9580	91.9570	91.9550	91.9610	91.9620	91.9640
	ลำดับที่การวัด	9	7	1	6	3	8	4	10	2	5
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9585	91.9605	91.9615	91.9555	91.9590	91.9575	91.9555	91.9605	91.9615	91.9640
	ลำดับที่การวัด	7	2	9	6	5	4	1	7	3	10
	ผลการวัดครั้งที่ 3	91.9585	91.9605	91.9620	91.9550	91.9590	91.9575	91.9555	91.9605	91.9620	91.9635
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9590	91.9600	91.9620	91.9555	91.9590	91.9580	91.9555	91.9620	91.9615	91.9645
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9585	91.9605	91.9625	91.9555	91.9595	91.9570	91.9550	91.9620	91.9615	91.9645
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2
	ผลการวัดครั้งที่ 3	91.9585	91.9610	91.9620	91.9555	91.9590	91.9570	91.9555	91.9615	91.9610	91.9640

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 2L (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet					
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-05010	ชนิดเครื่องมือวัด :	Dial gage	วันที่ :	02-Dec-02
คุณลักษณะเฉพาะ :	เส้นผ่านศูนย์กลางบวกรูบ	หมายเลขเครื่องมือวัด :	ID.NO.DT 155	ดำเนินการโดย :	
ค่าอนุโลม :	0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด :	วัดขนาด	อนุมัติโดย :	
From data sheet : $\bar{R} = 0.001$ $\bar{X}_{DIFF} = 0.000$ $R_p = 0.009$					
Measurement Unit Analysis				% Total Variation (TV)	
Repeatability - Equipment Variation (EV)				% EV = 100 [EV / TV ]	
EV = $\bar{R} \times K_1$		Trials	$K_1$	= 100 [ 0.00163 / 0.01441 ]	
= 0.00053 x 3.05000		2	4.56	= 11.28 %	
= 0.00163		3	3.05		
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)				% AV = 100 [AV / TV]	
AV = $\sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$		Appraisers	2,000	3,000	= 100 [ 0.00061 / 0.01441 ]
= $\sqrt{(0.000250 \times 2.7)^2 - (0.000003 / 30)}$		$K_2$	3,650	2,700	= 4.21 %
= 0.000606				n = number of part	
				r = number of trials	
Repeatability & Reproducibility (R&R)				% R&R = 100 [R&R / TV]	
R&R = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$		Parts	$K_3$	= 100 [ 0.00174 / 0.01441 ]	
= $\sqrt{0.000003 + 0.00000037}$		2,000	3,650	= 12.04 %	
= 0.001736					
Part Variation (PV)				% PV = 100 [PV / TV]	
PV = $R_p \times K_3$		3	2.70	= 100 [ 0.01431 / 0.01441 ]	
= 0.008833 x 1.620000		4	2.30	= 99.272 %	
= 0.014310		5	2.08		
		6	1.93		
Total Variation (TV)					
TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$		7	1.82		
= $\sqrt{0.000003 + 0.000205}$		8	1.74		
= 0.014415		9	1.67		
		10	1.62		
Notes:					
A: MR.Thanasead					
B: MR.Somyot					
C: Mrs.Khwantai					

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 2L (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CONTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด Dial gage	ความละเอียด 0-0.010	วันที่ 2-Dec-02
หมายเลขชิ้นงาน 13211-05010	คุณสมบัติเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด ID NO DT 155
$\bar{X} = 91.96$ $UCL = 91.96$ $LCL = 91.96$ % Of Part Av. Out. Limit= 93%    AVERAGES (X BAR CHART)		
<p>APPRaiser A</p>	<p>APPRaiser B</p>	<p>APPRaiser C</p>
$R = 0.00$ $UCL = 0.00$ $LCL = 0$ RANGES (R CHART)		
<p>APPRaiser A</p>	<p>APPRaiser B</p>	<p>APPRaiser C</p>

ศูนย์วิจัยทรัพยากรชีวภาพ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสุบรุ่น 5L

หมายเลขเอกสาร		บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัด										วันที่	กะ
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่												4-Dec-02	A
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการกลึงชิ้นรูปย่อย" การกลึงละเอียด"										เครื่องจักรหมายเลข ID.NO.DT.334	
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสุบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	2	1	4	7	10	9	3	8	5	6		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	99.4740	99.4725	99.4710	99.4680	99.4660	99.4685	99.4720	99.4660	99.4690	99.4715		
	ลำดับที่การวัด	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	99.4730	99.4730	99.4705	99.4680	99.4665	99.4680	99.4730	99.4670	99.4680	99.4710		
	ลำดับที่การวัด	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
	ผลการวัดครั้งที่ 3	99.4735	99.4730	99.4705	99.4680	99.4665	99.4680	99.4730	99.4660	99.4680	99.4715		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสุบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	3	9	6	1	4	7	10	2	8	5		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	99.4740	99.4720	99.4705	99.4685	99.4670	99.4680	99.4735	99.4665	99.4685	99.4720		
	ลำดับที่การวัด	9	7	1	6	3	8	10	2	5	4		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	99.4740	99.4725	99.4705	99.4680	99.4660	99.4685	99.4735	99.4665	99.4680	99.4715		
	ลำดับที่การวัด	7	2	9	6	5	4	1	7	3	10		
	ผลการวัดครั้งที่ 3	99.4745	99.4725	99.4705	99.4685	99.4660	99.4685	99.4730	99.4665	99.4685	99.4715		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสุบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	99.4720	99.4720	99.4695	99.4685	99.4655	99.4685	99.4730	99.4660	99.4680	99.4710		
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	99.4725	99.4720	99.4695	99.4685	99.4660	99.4685	99.4730	99.4660	99.4690	99.4715		
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2		
	ผลการวัดครั้งที่ 3	99.4725	99.4720	99.4700	99.4685	99.4660	99.4685	99.4725	99.4665	99.4685	99.4715		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R จากสุ่มรุ่น 5L (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet											
หมายเลขชิ้นงาน : 13211-05020	ชื่อเครื่องมือวัด : Dial gage	วันที่ : 4-Dec-02									
คุณลักษณะเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางกลมมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด : ID.NO.BT.334	ดำเนินการโดย :									
ค่าอนุโลม : 0-0.010	ชนิดเครื่องวัด วัดขนาด	กบฏิตโดย :									
From data sheet : $\bar{R} = 0.000$ $\bar{X}_{DIFF} = 0.000$ $R_p = 0.007$											
Measurement Unit Analysis		% Total Variation (TV)									
Repeatability - Equipment Variation (EV) $EV = \bar{R} \times K_1$ $= 0.000 \times 3.050$ $= 0.001$		$\% EV = 100 [EV / TV]$ $= 100 [ 0.0012 / 0.0119 ]$ $= 9.818 \%$									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trials</th> <th><math>K_1</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>4.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3.05</td> </tr> </tbody> </table>	Trials	$K_1$	2	4.56	3	3.05				
Trials	$K_1$										
2	4.56										
3	3.05										
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) $AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$ $= \sqrt{(0.000 \times 2.7)^2 - (0.000 / 30)}$ $= 0.001$		$\% AV = 100 [AV / TV]$ $= 100 [ 0.0012 / 0.0119 ]$ $= 10.044 \%$ n = number of part r = number of trials									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Appraisers</th> <th>2,000</th> <th>3,000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>K_2</math></td> <td>3.650</td> <td>2.700</td> </tr> </tbody> </table>	Appraisers	2,000	3,000	$K_2$	3.650	2.700				
Appraisers	2,000	3,000									
$K_2$	3.650	2.700									
Repeatability & Reproducibility (R&R) $R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$ $= \sqrt{0.000^2 + 0.000^2}$ $= 0.002$		$\% R\&R = 100 [R\&R / TV]$ $= 100 [ 0.002 / 0.0119 ]$ $= 14.046 \%$									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parts</th> <th><math>K_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,000</td> <td>3.650</td> </tr> </tbody> </table>	Parts	$K_3$	2,000	3.650						
Parts	$K_3$										
2,000	3.650										
Part Variation (PV) $PV = R_p \times K_3$ $= 0.007 \times 1.620$ $= 0.012$		$\% PV = 100 [PV / TV]$ $= 100 [ 0.012 / 0.012 ]$ $= 99.009 \%$									
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>2.70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1.93</td> </tr> </tbody> </table>	3	2.70	4	2.30	5	2.08	6	1.93		
3	2.70										
4	2.30										
5	2.08										
6	1.93										
Total Variation (TV) $TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2}$ $= \sqrt{0.000^2 + 0.000^2}$ $= 0.012$		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1.62</td> </tr> </tbody> </table>		7	1.82	8	1.74	9	1.67	10	1.62
7	1.82										
8	1.74										
9	1.67										
10	1.62										
Notes:											
A: MR.Bundit											
B: MR.Somyot											
C: Mrs.Khwanaai											

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสุบรุ่น 5L (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CONTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด: 0	ความละเอียด: 0-0.010	วันที่: 4-Dec-02
หมายเลขชิ้นงาน: 13211-05020	คุณสมบัติเฉพาะ: เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด ID NO DT 334
$\bar{X} = 99.47$ $UCL = 99.47$ $LCL = 99.47$ % Of Part AV. Out. Limit = 97%   AVERAGES (X BAR CHART)		
<p>APPRaiser A</p>	<p>APPRaiser B</p>	<p>APPRaiser C</p>
$R = 0.00$ $UCL = 0.00$ $LCL = 0$ RANGES (R CHART)		
<p>APPRaiser A</p>	<p>APPRaiser B</p>	<p>APPRaiser C</p>
ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบลุ่น 122F

หมายเลขเอกสาร		บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัด						วันที่	กะ			
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่								6-Dec-02	B			
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการกลิ้งขึ้นรูปย่อย" การกลิ้งละเอียด"						ลูกสูบลุ่น	หมายเลขลูกสูบ			
								122F	13211-05030			
								เครื่องจักรหมายเลข				
								ID.NO.DT.307				
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	ลำดับที่การวัด	2	1	4	7	10	9	3	8	5	6	
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9770	91.9813	91.9800	91.9770	91.9785	91.9765	91.9770	91.9790	91.9795	91.9800	
	ลำดับที่การวัด	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9770	91.9815	91.9795	91.9770	91.9785	91.9765	91.9775	91.9795	91.9795	91.9800	
	ลำดับที่การวัด	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	ลำดับที่การวัด	3	9	6	1	4	7	10	2	8	5	
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9770	91.9810	91.9800	91.9775	91.9785	91.9765	91.9775	91.9795	91.9800	91.9800	
	ลำดับที่การวัด	9	7	1	6	3	8	10	2	5	4	
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9775	91.9815	91.9795	91.9770	91.9785	91.9760	91.9775	91.9795	91.9795	91.9805	
	ลำดับที่การวัด	7	2	9	6	5	4	1	7	3	10	
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8	
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9780	91.9810	91.9795	91.9770	91.9780	91.9765	91.9780	91.9800	91.9800	91.9800	
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2	
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9775	91.9810	91.9795	91.9770	91.9785	91.9765	91.9775	91.9795	91.9805	91.9795	
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2	
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8	
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9780	91.9810	91.9795	91.9770	91.9780	91.9765	91.9780	91.9800	91.9800	91.9800	
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2	
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9775	91.9810	91.9795	91.9770	91.9785	91.9765	91.9775	91.9795	91.9805	91.9795	
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2	
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8	
	ผลการวัดครั้งที่ 1	91.9780	91.9810	91.9795	91.9770	91.9780	91.9765	91.9780	91.9800	91.9800	91.9800	
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2	
	ผลการวัดครั้งที่ 2	91.9775	91.9810	91.9795	91.9770	91.9785	91.9765	91.9775	91.9795	91.9805	91.9795	
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2	

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 122F (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet											
หมายเลขชิ้นงาน : 13211-05030	ชื่อเครื่องมือวัด : Dial gage	วันที่ : 6-Dec-02									
คุณลักษณะเฉพาะ : เส้นผ่าศูนย์กลางกลมมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด : ID.NO.DT.307	ดำเนินการโดย :									
ค่าอนุโลม 0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด วัจนขนาด	อนุมัติโดย :									
From data sheet : $\bar{R} = 0.000$ $\bar{X}_{DIFF} = 0.000117$ $R_p = 0.005$											
Measurement Unit Analysis			% Total Variation (TV)								
Repeatability - Equipment Variation (EV)			% EV = 100 [EV / TV ]								
EV = $\bar{R} \times K_1$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trials</th> <th><math>K_1</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>4.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3.05</td> </tr> </tbody> </table>		Trials	$K_1$	2	4.56	3	3.05	= 100 [ 0.00102 / 0.00786 ]		
Trials	$K_1$										
2	4.56										
3	3.05										
= 0.00033 x 3.050			= 12.94 %								
= 0.00102											
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)			% AV = 100 [AV / TV]								
AV = $\sqrt{(X_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Appraisers</th> <th>2,000</th> <th>3,000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>K_2</math></td> <td>3.650</td> <td>2.700</td> </tr> </tbody> </table>		Appraisers	2,000	3,000	$K_2$	3.650	2.700	= 100 [ 0.00025 / 0.00786 ]		
Appraisers	2,000	3,000									
$K_2$	3.650	2.700									
= $\sqrt{(0.000117 \times 2.7)^2 - (0.000001 / 30)}$			= 3.24 %								
= 0.00025			n = number of part								
			r = number of trials								
Repeatability & Reproducibility (R&R)			% R&R = 100 [R&R / TV]								
R&R = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parts</th> <th><math>K_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,000</td> <td>3.650</td> </tr> </tbody> </table>		Parts	$K_3$	2,000	3.650	= 100 [ 0.00105 / 0.00786 ]				
Parts	$K_3$										
2,000	3.650										
= $\sqrt{0.0000010 + 0.0000001}$			= 13.34 %								
= 0.00105											
Part Variation (PV)			% PV = 100 [PV / TV]								
PV = $R_p \times K_3$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>2.70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1.93</td> </tr> </tbody> </table>		3	2.70	4	2.30	5	2.08	6	1.93	= 100 [ 0.00779 / 0.00786 ]
3	2.70										
4	2.30										
5	2.08										
6	1.93										
= 0.00481 x 1.620			= 99.11 %								
= 0.00779											
Total Variation (TV)											
TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1.62</td> </tr> </tbody> </table>		7	1.82	8	1.74	9	1.67	10	1.62	
7	1.82										
8	1.74										
9	1.67										
10	1.62										
= $\sqrt{0.00000110 + 0.00006061}$											
= 0.00786											
Notes:											
A: MR.Thanasead											
B: MR.Somyot											
C Mrs.Khwanjai											

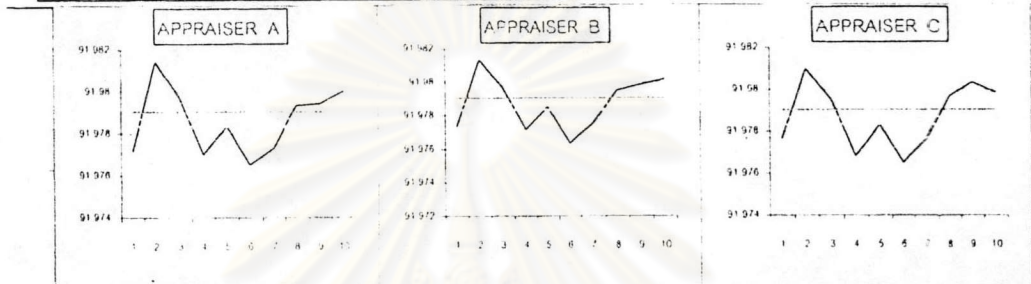
ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 122F (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม

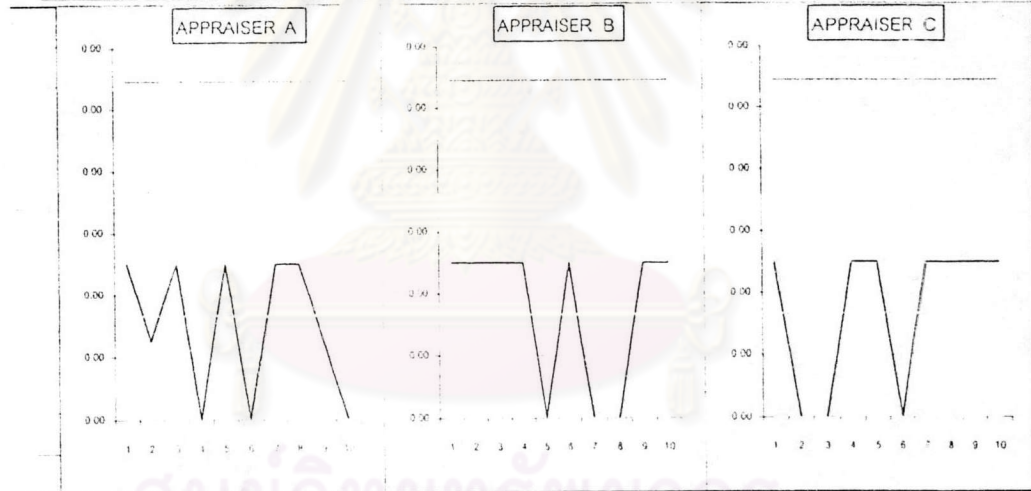
- REPEATABILITY RANGE CNTRL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART
- VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$  & R)

ชื่อเครื่องมือวัด : Dial gage	ความละเอียด : 0-0.010	วันที่ : 6-Dec-02
หมายเลขชิ้นงาน : 13211-050:0	คุณลักษณะเฉพาะ : เส้นผ่านศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด : IG NO.DT.307

$\bar{X} = 91.98$  UCL = 91.98 LCL = 91.96 % Of Part AV. Out. Limit = 97% AVERAGES (X BAR CHART)



R = 0.00 UCL = 0.00 LCL = 0 RANGES (R CHART)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบลุ่น 3ZZ

หมายเลขเอกสาร		บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัด										วันที่	กะ
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่												9-Dec-02	A
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการกลึงชิ้นรูปย่อย" การกลึงละเอียด"										ลูกสูบลุ่น 3ZZ	หมายเลขลูกสูบ 13211-0D050
		เครื่องจักรหมายเลข ID NO.DT.338											
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	2	1	4	7	10	9	3	8	5	6		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.9085	78.9100	78.9065	78.9080	78.9060	78.9090	78.9030	78.9090	78.9095	78.9070		
	ลำดับที่การวัด	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.9090	78.9105	78.9070	78.9085	78.9060	78.9090	78.9035	78.9085	78.9100	78.9070		
	ลำดับที่การวัด	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	3	9	6	1	4	7	10	2	8	5		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.9085	78.9100	78.9070	78.9085	78.9070	78.9090	78.9040	78.9090	78.9100	78.9075		
	ลำดับที่การวัด	9	7	1	6	3	8	10	2	5	4		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.9085	78.9090	78.9070	78.9085	78.9075	78.9095	78.9035	78.9090	78.9105	78.9080		
	ลำดับที่การวัด	7	2	9	6	5	4	1	7	3	10		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.9090	78.9100	78.9070	78.9085	78.9070	78.9090	78.9035	78.9090	78.9100	78.9075		
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.9095	78.9100	78.9070	78.9085	78.9065	78.9095	78.9030	78.9085	78.9100	78.9070		
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.9090	78.9100	78.9070	78.9085	78.9070	78.9090	78.9035	78.9090	78.9100	78.9075		
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.9095	78.9100	78.9070	78.9085	78.9065	78.9095	78.9030	78.9085	78.9100	78.9070		
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2		
<p>ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p>													

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูบคู่บรุ่ม 3ZZ (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet			
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-010050	ชื่อเครื่องมิกวัด :	Dial gage วันที่ : 9-Dec-02
คุณลักษณะเฉพาะ :	เส้นผ่าศูนย์กลางกลมมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมิกวัด :	ID.NO.DT.338
ค่าอนุโลม	0-0.010	ชนิดเครื่องวัด	วัดขนาด
ดำเนินการโดย :		อนุมัติโดย :	
From data sheet :	$\bar{R} = 0.000$	$\bar{X}_{DIFF} = 0.000$	$R_p = 0.007$
Measurement Unit Analysis		% Total Variation (TV)	
Repeatability - Equipment Variation (EV)		% EV = 100 [EV / TV ]	
EV = $\bar{R} \times K_1$	Trials	$K_1$	
= 0.00042 x 3.050	2	4.56	= 100 [ 0.0013 / 0.0107 ]
= 0.00127	3	3.05	= 11.850 %
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)		% AV = 100 [AV / TV]	
AV = $\sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 + (EV^2 / nr)}$	Appraisers	2.000	3.000
= $\sqrt{(0.000300 \times 2.7)^2 + (0.000002 / 30)}$	$K_2$	3.650	2.700
= 0.000776			
			n = number of part
			r = number of trials
Repeatability & Reproducibility (R&R)		% R&R = 100 [R&R / TV]	
R&R = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$	Parts	$K_3$	
= $\sqrt{0.0000016 + 0.0000006}$	2,000	3,650	= 100 [ 0.001489 / 0.010724 ]
= 0.00149			= 13.89 %
Part Variation (PV)		% PV = 100 [PV / TV]	
PV = $R_p \times K_3$	3	2.70	
= 0.00656 x 1.620	4	2.30	= 100 [ 0.010620 / 0.010724 ]
= 0.01062	5	2.08	= 99.03 %
	6	1.93	
Total Variation (TV)			
TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$	7	1.82	
= $\sqrt{0.0000022 + 0.0001128}$	8	1.74	
= 0.01072	9	1.67	
	10	1.62	
Notes:			
A: MR.Thanasead			
B: MR.Chaiyot			
C: Mrs.Khwana			

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 3ZZ (ต่อ)

แผนภูมิควบคุม		
<input type="checkbox"/> REPEATABILITY RANGE CONTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART <input type="checkbox"/> VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$ & R)		
ชื่อเครื่องมือวัด Dial gage	ความละเอียด 0-0.010	วันที่ 9-Dec-02
หมายเลขชิ้นงาน 13211-0D0543	คุณสมบัติเฉพาะ เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด ID NO DT 338
$\bar{X} = 78.9080$ $UCL = 78.9094$ $LCL = 78.9075$ % Of Part AV. Out. Limit = 93%    AVERAGES (X BAR CHART)		
<p>APPRaiser A</p>	<p>APPRaiser B</p>	<p>APPRaiser C</p>
$R = 0.00$ $UCL = 0.00$ $LCL = 0$ RANGES (R CHART)		
<p>APPRaiser A</p>	<p>APPRaiser B</p>	<p>APPRaiser C</p>
ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		



ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบลุ่น 508T

หมายเลขเอกสาร		บันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัด										วันที่	กบ
แก้ไขปรับปรุงครั้งที่												10-Dec-02	B
วันที่เริ่มใช้		กระบวนการกลิ้งขึ้นรูปย่อย" การกลิ้งละเอียด"										ลูกสูบลุ่น	หมายเลขลูกสูบ
												508T	13211-02080
		กระบวนการกลิ้งขึ้นรูปย่อย" การกลิ้งละเอียด"										เครื่องจักรหมายเลข	
												ID.NO.DT.319	
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	2	1	4	7	10	9	3	8	5	6		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.6110	78.6160	78.6200	78.6210	78.6180	78.6205	78.6230	78.6190	78.6135	78.6150		
	ลำดับที่การวัด	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.6120	78.6155	78.6195	78.6215	78.6170	78.6205	78.6235	78.6185	78.6150	78.6160		
	ลำดับที่การวัด	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	3	9	6	1	4	7	10	2	8	5		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.6130	78.6160	78.6210	78.6220	78.6170	78.6205	78.6235	78.6180	78.6145	78.6155		
	ลำดับที่การวัด	9	7	1	6	3	8	10	2	5	4		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.6130	78.6150	78.6210	78.6215	78.6165	78.6200	78.6235	78.6190	78.6145	78.6160		
	ลำดับที่การวัด	7	2	9	6	5	4	1	7	3	10		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.6120	78.6155	78.6205	78.6215	78.6160	78.6200	78.6235	78.6190	78.6140	78.6165		
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.6125	78.6155	78.6200	78.6220	78.6165	78.6210	78.6230	78.6185	78.6150	78.6165		
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.6120	78.6155	78.6205	78.6215	78.6160	78.6200	78.6235	78.6190	78.6140	78.6165		
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.6125	78.6155	78.6200	78.6220	78.6165	78.6210	78.6230	78.6185	78.6150	78.6165		
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2		
ผู้วัดคนที่ 1	ลูกสูบลุ่นหมายเลข	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ลำดับที่การวัด	6	10	4	7	2	1	3	9	5	8		
	ผลการวัดครั้งที่ 1	78.6120	78.6155	78.6205	78.6215	78.6160	78.6200	78.6235	78.6190	78.6140	78.6165		
	ลำดับที่การวัด	1	9	5	6	4	10	7	3	8	2		
	ผลการวัดครั้งที่ 2	78.6125	78.6155	78.6200	78.6220	78.6165	78.6210	78.6230	78.6185	78.6150	78.6165		
	ลำดับที่การวัด	1	3	7	4	6	8	5	10	9	2		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการศึกษาค่า GR&amp;R ลูกสูบรุ่น 5081 (ต่อ)

Gauge Repeatability and Reproducibility Data Sheet											
หมายเลขชิ้นงาน :	13211-02080	ชื่อเครื่องมือวัด :	Dial gage วันที่ : 19-Dec-02								
คุณลักษณะเฉพาะ :	เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด :	ID.NO.D.U.319								
ค่าอนุโลม :	0-0.010	ชนิดเครื่องมือวัด :	วัดขนาด								
From data sheet : $\bar{R} = 0.001$		$\bar{X}_{DIFF} = 0.000200$ $R_p = 0.011$									
Measurement Unit Analysis		% Total Variation (TV)									
Repeatability - Equipment Variation (EV)		% EV = 100 [EV / TV]									
$EV = \bar{R} \times K_1$ $= 0.000633 \times 3.05$ $= 0.00193$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trials</th> <th><math>K_1</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>4.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3.05</td> </tr> </tbody> </table>	Trials	$K_1$	2	4.56	3	3.05	$= 100 [ 0.001932 / 0.017929 ]$ $= 10.77 \%$		
Trials	$K_1$										
2	4.56										
3	3.05										
Reproducibility - Appraiser Variation (AV)		% AV = 100 [AV / TV]									
$AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)}$ $= \sqrt{(0.000200 \times 2.7)^2 - (0.000004 / 30)}$ $= 0.000409$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Appraisers</th> <th>2,000</th> <th>3,000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>K_2</math></td> <td>3.650</td> <td>2.700</td> </tr> </tbody> </table>	Appraisers	2,000	3,000	$K_2$	3.650	2.700	$= 100 [ 0.000409 / 0.017929 ]$ $= 2.28 \%$ n = number of part r = number of trials		
Appraisers	2,000	3,000									
$K_2$	3.650	2.700									
Repeatability & Reproducibility (R&R)		% R&R = 100 [R&R / TV]									
$R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$ $= \sqrt{0.00000373 + 0.00000017}$ $= 0.002$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parts</th> <th><math>K_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,000</td> <td>3.650</td> </tr> </tbody> </table>	Parts	$K_3$	2,000	3.650	$= 100 [ 0.001974 / 0.017929 ]$ $= 11.01 \%$				
Parts	$K_3$										
2,000	3.650										
Part Variation (PV)		% PV = 100 [PV / TV]									
$PV = R_p \times K_4$ $= 0.01100 \times 1.620$ $= 0.01782$		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>2.70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1.93</td> </tr> </tbody> </table>	3	2.70	4	2.30	5	2.08	6	1.93	$= 100 [ 0.018 / 0.018 ]$ $= 99.39 \%$
3	2.70										
4	2.30										
5	2.08										
6	1.93										
Total Variation (TV)											
$TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2}$ $= \sqrt{0.0000039 + 0.0003176}$ $= 0.01793$		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.74</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1.62</td> </tr> </tbody> </table>	7	1.82	8	1.74	9	1.67	10	1.62	
7	1.82										
8	1.74										
9	1.67										
10	1.62										
Notes:											
A: MR.Thanasad											
B: MR.Somyot											
C: Mrs.Khwanjar											

ผลการศึกษาค่า GR&R ลูกสูบรุ่น 508T (ต่อ)

**แผนภูมิควบคุม**

REPEATABILITY RANGE CONTROL CHART AND PART APPRAISER AVERAGE CHART  
 VARIABLES CONTROL CHART ( $\bar{X}$  & R)

ชื่อเครื่องมือวัด Dial gage	ความละเอียด 0-0.010	วันที่ 10-Dec-02
หมายเลขชิ้นงาน 13211-02060	คุณลักษณะเฉพาะ เส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐาน	หมายเลขเครื่องมือวัด ID.NO OF 319

$\bar{X} = 78.6173$      $UCL = 78.6186$      $LCL = 78.6173$     % Of Part AV. Out. Limit = 97%    AVERAGES (X BAR CHART)

**APPRAISER A**

**APPRAISER B**

**APPRAISER C**

$R = 0.00$      $UCL = 0.00$      $LCL = 0$     RANGES (R CHART)

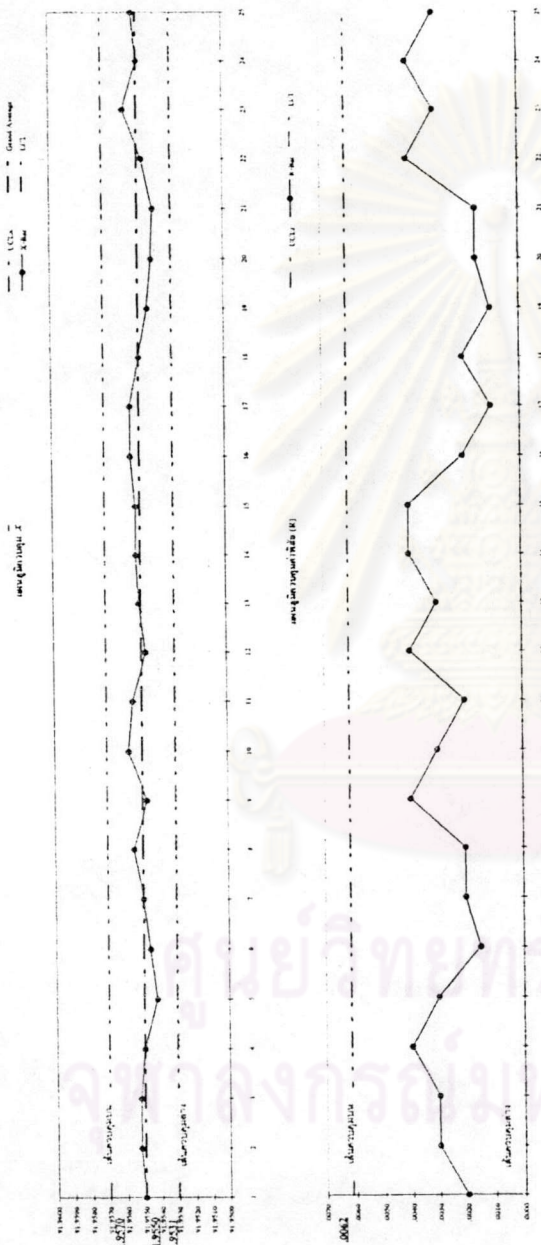
**APPRAISER A**

**APPRAISER B**

**APPRAISER C**

ศูนย์วิจัยทรัพยากรทาง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

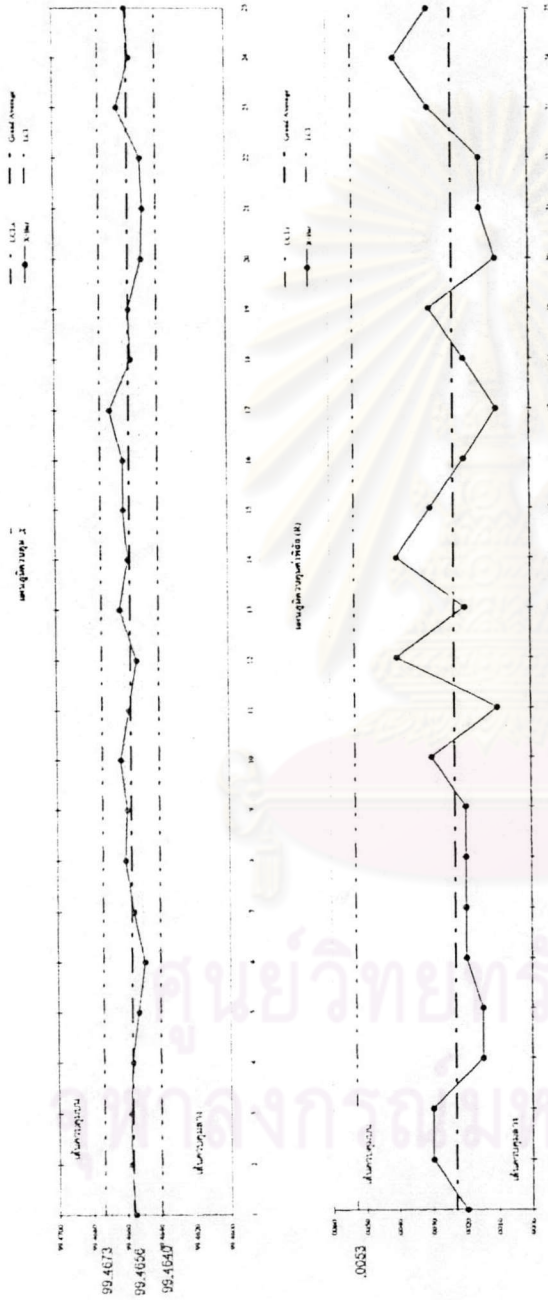
ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 2L



ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ค่าเฉลี่ย	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535
ค่าต่ำสุด	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535
ค่าสูงสุด	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535	91.9535
ค่าเฉลี่ย	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
ค่าต่ำสุด	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
ค่าสูงสุด	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
ค่าเฉลี่ย	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
ค่าต่ำสุด	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
ค่าสูงสุด	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020

ควบคุมความยาว: CPU x 1.262  
 ควบคุมความหนา: CPU x 1.265  
 ควบคุมความยาว: C<sub>p</sub> x 1.277  
 ควบคุมความหนา: C<sub>p</sub> x 1.262

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 5L



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ครั้งที่ 1	99.4666	99.4664	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666
ครั้งที่ 2	99.4664	99.4666	99.4664	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666
ครั้งที่ 3	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666
ครั้งที่ 4	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666
ครั้งที่ 1-4	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666
ครั้งที่ 1-20	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666	99.4666
UCL	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673
Grand Average	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656
X-Bar	99.4655	99.4658	99.4658	99.4656	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653	99.4653
LCL	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640
UCL	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
Grand Average	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
R-Bar	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
LCL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ค่าความผันแปร:  $C_p = 1.287$   
 ค่าความหนาแน่น:  $C_{pk} = 1.011$   
 ค่าความผันแปร:  $C_p = 1.479$   
 ค่าความหนาแน่น:  $C_{pk} = 1.287$

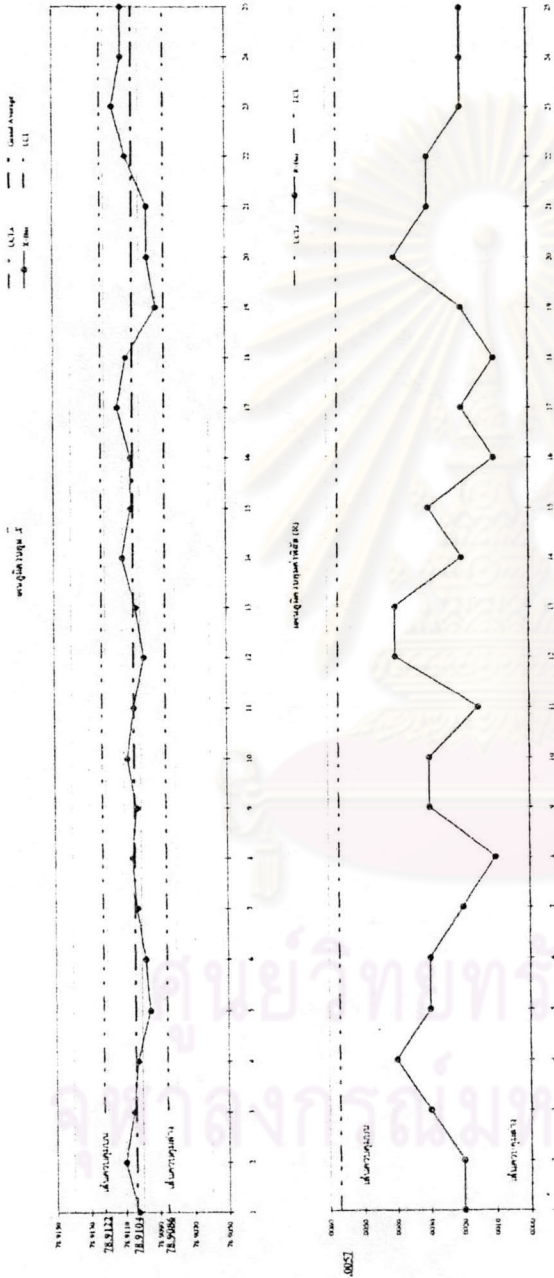
ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 122F



Lot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\bar{X}$	01.954	01.956	01.954	01.957	01.956	01.955	01.956	01.956	01.957	01.957	01.957	01.957	01.957	01.957	01.956	01.956	01.956	01.956	01.955	01.953	01.953	01.954	01.957	01.956	01.956
$\sigma$	01.956	01.956	01.957	01.956	01.956	01.955	01.954	01.954	01.955	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.955	01.955	01.955	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954
UCL	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953
LCL	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955
U-bar	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954
L-bar	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956	01.956
Grand Average	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954	01.954
UCL	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953
LCL	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955
UCL	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953
LCL	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955
UCL	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953	01.953
LCL	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955	01.955

$C_p = 1.47$   
 $C_{pk} = 1.476$   
 $C_{pk} = 1.362$   
 $C_{pk} = 1.247$

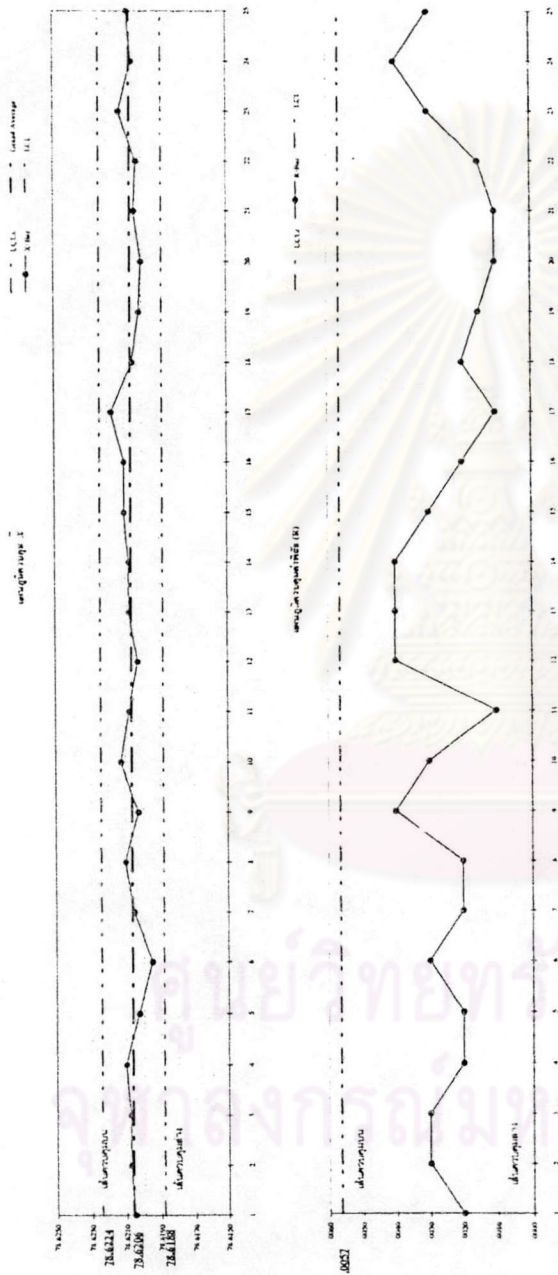
ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 3ZZ



Lot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ค่าเฉลี่ย	78.909	78.911	78.908	78.912	78.911	78.911	78.911	78.911	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.911	78.911	78.911	78.908	78.906	78.906	78.906	78.911	78.911	78.911
ค่าต่ำสุด	78.911	78.911	78.912	78.911	78.908	78.908	78.911	78.911	78.911	78.911	78.909	78.908	78.908	78.911	78.911	78.909	78.911	78.911	78.911	78.912	78.912	78.912	78.912	78.911	78.912
ค่าสูงสุด	78.911	78.912	78.911	78.908	78.908	78.911	78.911	78.911	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.911	78.911	78.911	78.908	78.906	78.906	78.906	78.911	78.911	78.911
ค่าต่ำสุด	78.911	78.912	78.911	78.908	78.908	78.911	78.911	78.911	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.911	78.911	78.911	78.908	78.906	78.906	78.906	78.911	78.911	78.911
ค่าสูงสุด	78.911	78.912	78.911	78.908	78.908	78.911	78.911	78.911	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.912	78.911	78.911	78.911	78.908	78.906	78.906	78.906	78.911	78.911	78.911
ค่าเฉลี่ย	315.6410	315.6440	315.6420	315.6410	315.6390	315.6410	315.6410	315.6410	315.6410	315.6410	315.6415	315.6390	315.6410	315.6440	315.6420	315.6420	315.6420	315.6420	315.6430	315.6360	315.6360	315.6360	315.6400	315.6400	315.6400
ค่าต่ำสุด	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104
ค่าสูงสุด	78.9105	78.9110	78.9105	78.9105	78.9105	78.9105	78.9105	78.9105	78.9105	78.9105	78.9104	78.9104	78.9104	78.9104	78.9105	78.9105	78.9105	78.9105	78.9105	78.9108	78.9104	78.9105	78.9105	78.9110	78.9110
ค่าเฉลี่ย	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086	78.9086
ค่าต่ำสุด	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
ค่าสูงสุด	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ค่าเฉลี่ย	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ค่าเฉลี่ยของกระบวนการ:  $\bar{X}$  1.280  
 ค่าต่ำสุดของกระบวนการ:  $L$  1.478  
 ค่าสูงสุดของกระบวนการ:  $U$  1.375  
 ค่าขีดจำกัดบนของกระบวนการ:  $USL$  1.520

ผลการศึกษาค่า  $C_p$  และ  $C_{pk}$  ลูกสูบรุ่น 508T



เลขที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35					
ค่าเฉลี่ย	78.6206	78.6196	78.6215	78.6210	78.6219	78.6210	78.6220	78.6210	78.6225	78.6220	78.6210	78.6229	78.6220	78.6220	78.6220	78.6225	78.6225	78.6225	78.6210	78.6210	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210	78.6210		
ค่าพิสัย	78.6196	78.6215	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220	78.6210	78.6220		
ค่าเฉลี่ยรวม	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	
ค่าเฉลี่ยรวม	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	
ค่าเฉลี่ยรวม	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	
ค่าเฉลี่ยรวม	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206
ค่าเฉลี่ยรวม	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206
ค่าเฉลี่ยรวม	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206

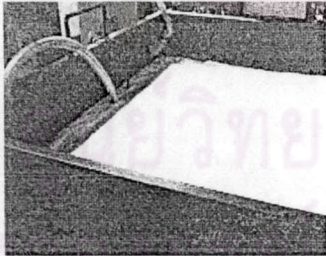

$C_p = 1.259$   
 $C_{pk} = 1.558$   
 $C_a = 1.184$   
 $C_{pk} = 1.229$





ภาคผนวก ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

"ART" บริษัท อาร์ท – เสรีนา ปิศาจ จำกัด		ฉบับที่ : A
		หมายเลขเอกสาร : WI-QA-00245
วิธีการปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTIONS)	เรื่อง : มาตรฐานการผสมน้ำมันหล่อเย็น	วันที่บังคับใช้ :
		หน้าที่ : 271 / 12
ผู้อนุมัติ :	ผู้ทบทวน :	ผู้จัดทำ :
<p><b>วัตถุประสงค์ :</b></p> <p>เพื่อให้การผสมน้ำมันหล่อเย็นที่ใช้ในเครื่องกลึงของแผนกเครื่องจักร มีอัตราส่วนผสมที่เหมือนกันทุกครั้ง ด้วยวิธีการที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้ได้ค่าการผสมในอัตราส่วนผสมที่เหมือนกันทุกครั้ง</p> <p><b>ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเตรียมการผสม <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 น้ำมันหล่อเย็นที่ต้องการผสม</li> <li>1.2 น้ำที่ใช้ผสม ต้องเป็นน้ำสะอาดที่ผ่านเครื่องกรองน้ำ และมีค่านำไฟฟ้า (Conduct) ที่ประมาณ 120 ไมโครซีเมนตซ์ขึ้นไป หรือน้ำปอกดี ห้ามใช้น้ำ Ro ที่มีค่า Conduct ต่ำมาผสมโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้ลูกสูบดำ</li> </ol> </li> </ol> <p><b>เริ่มปฏิบัติงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. การผสมน้ำมันหล่อเย็นกับน้ำสะอาด <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 ใส่น้ำสะอาดลงในถัง ประมาณ 1 ใน 3 ของถังที่ผสม แล้วใส่น้ำมันหล่อเย็นลงไป ตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดไว้โดยประมาณ ดูได้จากตาราง อัตราส่วนผสมน้ำมันหล่อเย็น</li> <li>2.2 เติมน้ำลงในถังที่เหลือ อีกประมาณสองส่วน น้ำที่เติมลงไปจะเป็นตัวช่วยผสมให้น้ำกับน้ำมันเข้ากัน</li> <li>2.3 เวลาเติมน้ำลงไป ให้สังเกตว่าน้ำกับน้ำมันหล่อเย็นเข้ากันดีหรือไม่? ถ้ายังไม่เข้ากันดี ให้กวนผสมให้เข้ากัน</li> <li>2.4 หรือถ้าผสมแล้วเกิดอาการน้ำมันดำ คือ น้ำมันจะไม่เข้ากับน้ำ จับตัวเป็นก้อน ให้ตักส่วนที่ไม่เข้ากันออกทิ้ง โดยนำไปใส่ภาชนะ "วัตถุอันตราย" เพื่อรอการนำไปกำจัดต่อไป</li> <li>2.5 ตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำมันหล่อเย็นที่ผสมในถัง ค่าที่ใช้ 3 ~ 4% หรือตามประเภทการใช้งานที่กำหนดไว้</li> </ol> </li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>น้ำหล่อเย็นที่ผสมแล้ว</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ค่าที่อ่านได้กรณีนี้อ่านได้ 1.1%</p> </div> </div> <p><b>ก่อนเลิกปฏิบัติงาน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. ให้ตรวจสอบการหกรั่วไหลของน้ำมันหล่อเย็นบริเวณที่ขนถ่าย และบริเวณผสม ถ้ามี ให้ใช้วัสดุซับให้สะอาด ห้ามใช้น้ำฉีดลงที่ระบายน้ำโดยเด็ดขาด</li> </ol> <p><b>ข้อควรระวัง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. ถ้าน้ำมันหล่อเย็นถูกผิวหนัง และเกิดอาการแพ้ ให้ใช้สบู่ และน้ำล้างออก หรือพบแพทย์โดยทันที</li> </ol>		

มาตรฐานการผสมน้ำมันหล่อเย็น



คู่มือสำหรับการฝึกอบรม  
การใช้เทคนิค SPC สำหรับควบคุมกระบวนการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เนื้อหา

1. ความหมายและรายละเอียดของแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$
2. การอ่านความหมายและตีความแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$
3. การปรับตั้งเครื่องจักรรวมกับแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$
4. การบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ความหมายและรายละเอียดของแผนภูมิควบคุม $\bar{X} - R$

แผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  คือ วิธีการทางสถิติที่ใช้แผนภูมิที่มีเส้นควบคุม 3 เส้นในการควบคุมกระบวนการที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่สามารถประกันได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบให้ลูกค้าเป็นไปตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนดโดยเส้นควบคุมทั้ง 3 เส้นดังกล่าวถูกกำหนดขึ้นมาจากการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตนั้น นำข้อมูลมาคำนวณค่าตามวิธีการที่สถิติเส้นควบคุมทั้ง 3 เส้นได้แก่

1. เส้นควบคุมบน, UCL (Upper control limit)
2. เส้นกึ่งกลาง, CL (Center line)
3. เส้นควบคุมล่าง, LCL (Lower control limit)

แผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  ประกอบด้วยสองแผนภูมิลักษณะดังต่อไปนี้

1. แผนภูมิควบคุม  $\bar{X}$  (Average control chart) ใช้ควบคุมค่าวัดที่ได้จากกระบวนการผลิต เช่น น้ำหนัก ความยาว หรือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกสูบ
2. แผนภูมิควบคุม R (Range control chart) ใช้ควบคุมค่าความแตกต่างของค่าวัดที่ได้จากกระบวนการผลิต

รายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นดังแสดงในรูปที่ 1 ส่วนการคำนวณค่าต่างๆของแผนภูมิควบคุมสามารถปฏิบัติได้ตามสูตรต่างๆต่อไปนี้

#### แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$

1. เส้นควบคุมบน, UCL (Upper control limit)

$$UCL_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

2. เส้นกึ่งกลาง,  $\bar{\bar{X}}$  (Center line)

$$\bar{\bar{X}} = \text{ค่าเฉลี่ยของค่า } \bar{X}$$

3. เส้นควบคุมล่าง, LCL (Lower control limit)

$$LCL_x = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

#### แผนภูมิควบคุม R

1. เส้นควบคุมบน, UCL (Upper control limit)

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

2. เส้นกึ่งกลาง,  $\bar{\bar{R}}$  (Center line)

$$\bar{\bar{R}} = \text{ค่าเฉลี่ยของค่า } R$$

3. เส้นควบคุมล่าง, LCL (Lower control limit)

$$4. LCL_R = D_3 \bar{R}$$

การเลือกแปรสำหรับการคำนวณตามขนาดกลุ่มย่อย

การเลือกค่าพารามิเตอร์ต่างๆเพื่อมาคำนวณเส้นควบคุมต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นจะต้องเลือกค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 โดยขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มย่อย

ตัวอย่าง

ถ้าขนาดกลุ่มย่อยที่พนักงานสุ่มชิ้นงานมาจากกระบวนการผลิตเท่ากับ 5 ชิ้น

ฉะนั้นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องใช้ในการคำนวณมีดังนี้

แผนภูมิควบคุม  $\bar{X}$

$$A_2 = 0.58$$

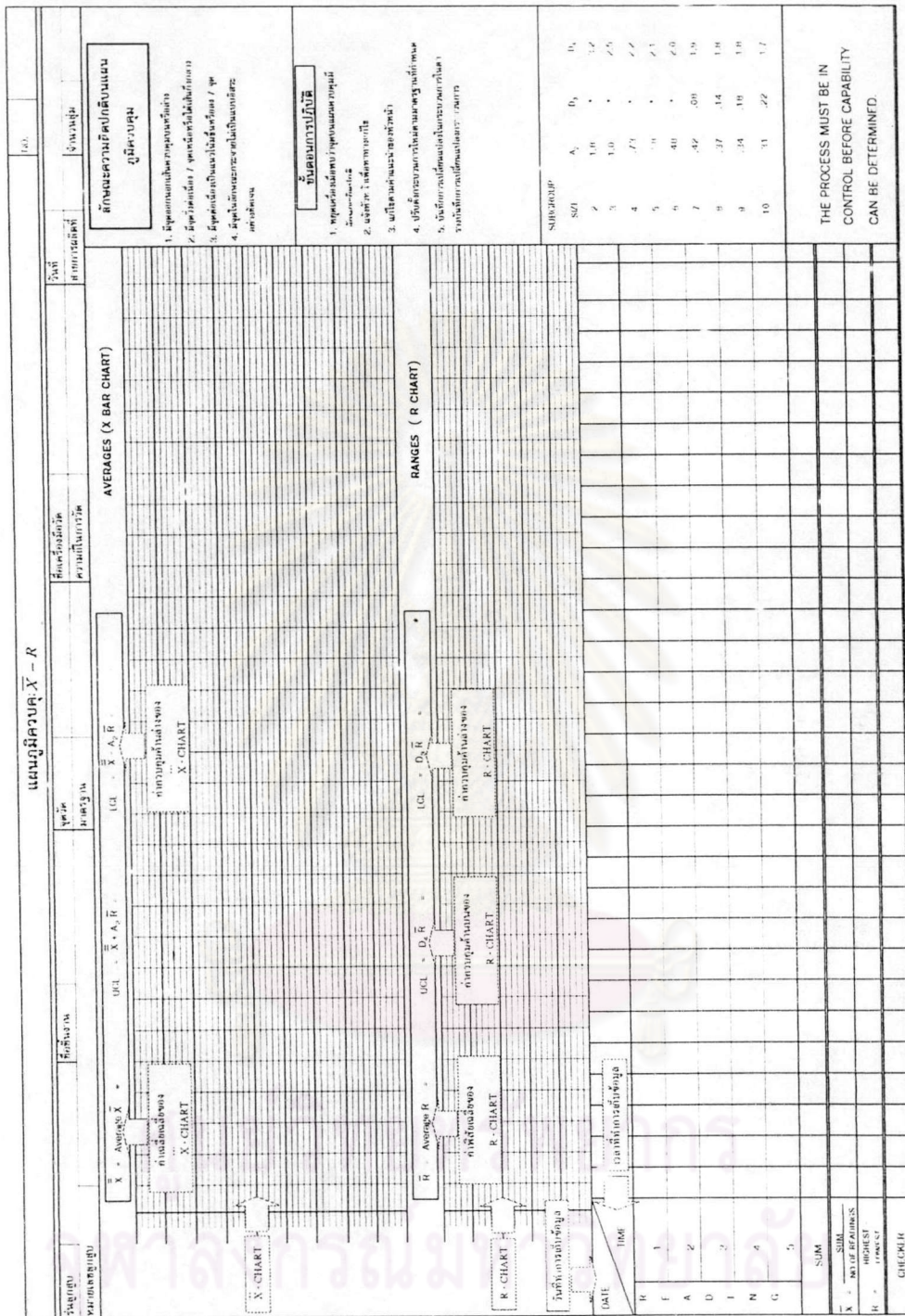
แผนภูมิควบคุม R

$$D_3 = 0.58$$

$$D_4 = 0.58$$

ขนาดกลุ่มย่อย	$A_2$	$D_3$	$D_4$
2	1.88	*	3.27
3	1.02	*	2.57
4	0.73	*	2.28
5	0.58	*	2.11
6	0.48	*	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78

ตารางที่ 1

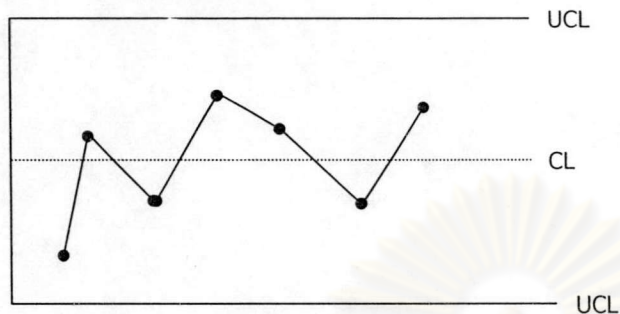


รูปที่ 1 แผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$

รูปที่ 1 แสดงรายละเอียดภายในแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$

การวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$ 

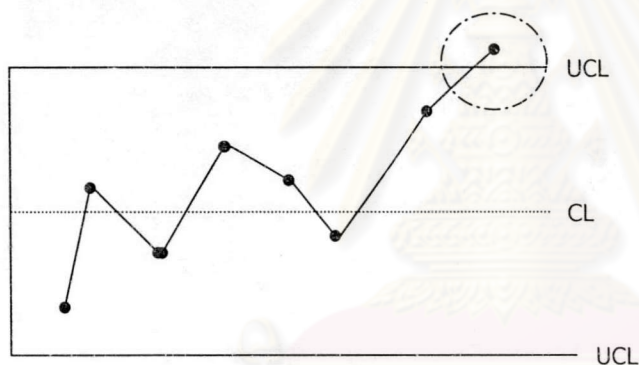
## 1. กระบวนการอยู่ภายใต้ภาวะ การควบคุม



1. กระบวนการต้องอยู่ภายใต้การควบคุม
2. จุดต่างต้องเป็นการสุ่มไม่เป็น Pattern แน่นนอน
3. เป็นไปตามหลัก Normal distribution ข้อมูลส่วนใหญ่ต้องอยู่ข้างเส้นควบคุม

## 2. กระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

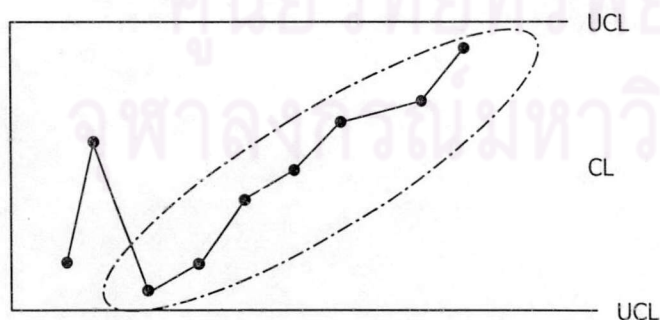
## 2.1 มีจุดตกออกนอกเส้นขีดจำกัดควบคุม



สาเหตุที่เป็นไปได้

1. เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับสถานะการควบคุมเครื่องจักร
2. มีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ

## 2.2 การเกิดแนวโน้ม (Trend) ขึ้น หรือ ลง 7 จุดต่อเนื่อง

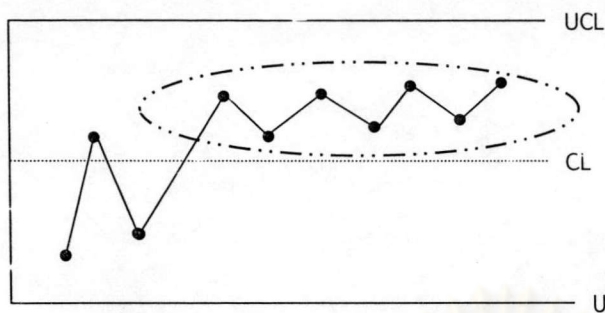


สาเหตุที่เป็นไปได้

เครื่องจักรมีปัญหา เช่น ความเร็วรอบเปลี่ยนแปลง หรือ มีดกลึงเริ่มหมดคมตัด



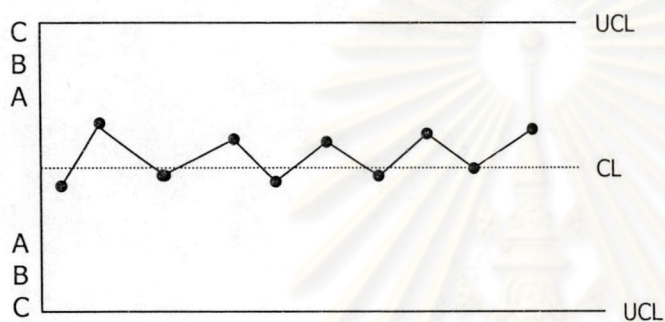
## 2.3 การเปลี่ยนระดับค่ากลาง (อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของ เส้นกึ่งกลาง 7 จุดต่อเนื่อง)



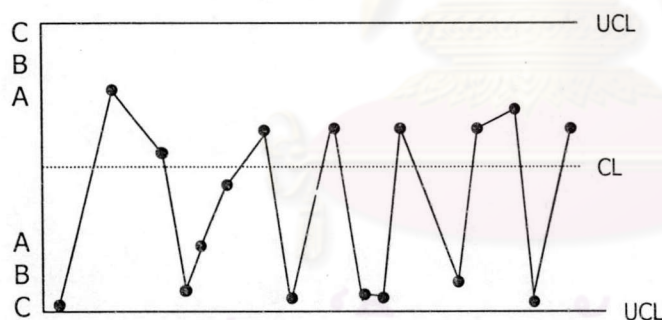
สาเหตุที่เป็นไปได้

1.  $\bar{X}$  ต่อเนื่องจากการปรับค่าตั้งของกระบวนการ Setting
2. เปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ

## 2.4 การกระจายข้อมูลไม่เป็นแบบสุ่มข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ใกล้แนวกลาง A-A



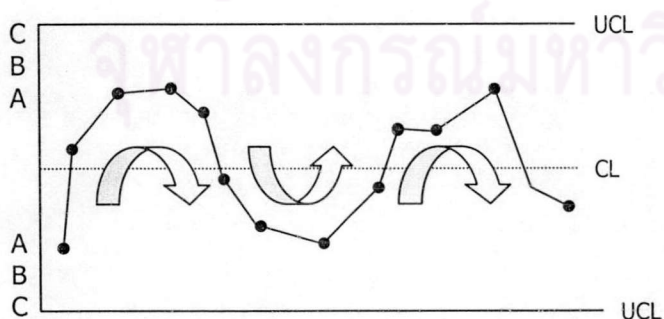
## 2.5 การกระจายข้อมูลไม่เป็นแบบสุ่มข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ใกล้เส้นขอบ B-C



สาเหตุที่เป็นไปได้

- การเก็บข้อมูลมาผิด
- มีการปรับตั้งเครื่องจักรมากเกินไป  
Over adjustment

## 2.6 การเกิดเป็นวัฏจักร (Cycle)



สาเหตุที่เป็นไปได้

- เก็บข้อมูลพนักงานคนละกะ
- เก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่สลับกัน
- ใช้วัตถุดิบสลับกัน

### การปรับตั้งเครื่องจักรร่วมกับแผนภูมิควบคุม $\bar{X} - R$

การปรับตั้งค่า Setting โดยการใช้แผนภูมิควบคุมจะแตกต่างจากการปรับตั้งค่า Setting ของวิธีการโดยทั่วไปกล่าว คือ การปรับตั้งต่างๆ ไปพนักงานเพียงแต่ปรับค่า Setting ให้อยู่ในค่าอนุโลม (Tolerance) เท่านั้น แต่การปรับตั้งค่า Setting โดยแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  ต้องแบ่งพื้นที่ภายในเส้นควบคุมบน (UCL) และเส้นควบคุมล่าง (LCL) เป็น 6 ส่วนที่เท่าๆกัน การปรับค่า Setting โดยวิธีการนี้ต้องปรับค่า Setting ให้อยู่ภายใน 2 ส่วน 3 จากเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  ดังแสดงในรูปที่ 2

#### ตัวอย่าง

#### จากรูปที่ 2

$$\text{ค่าควบคุมของเส้นควบคุมบน, UCL} = 1.5$$

$$\text{ค่าควบคุมของเส้นกึ่งกลาง, CL} = 0$$

$$\text{ค่าควบคุมของเส้นควบคุมบน, LCL} = -1.5$$

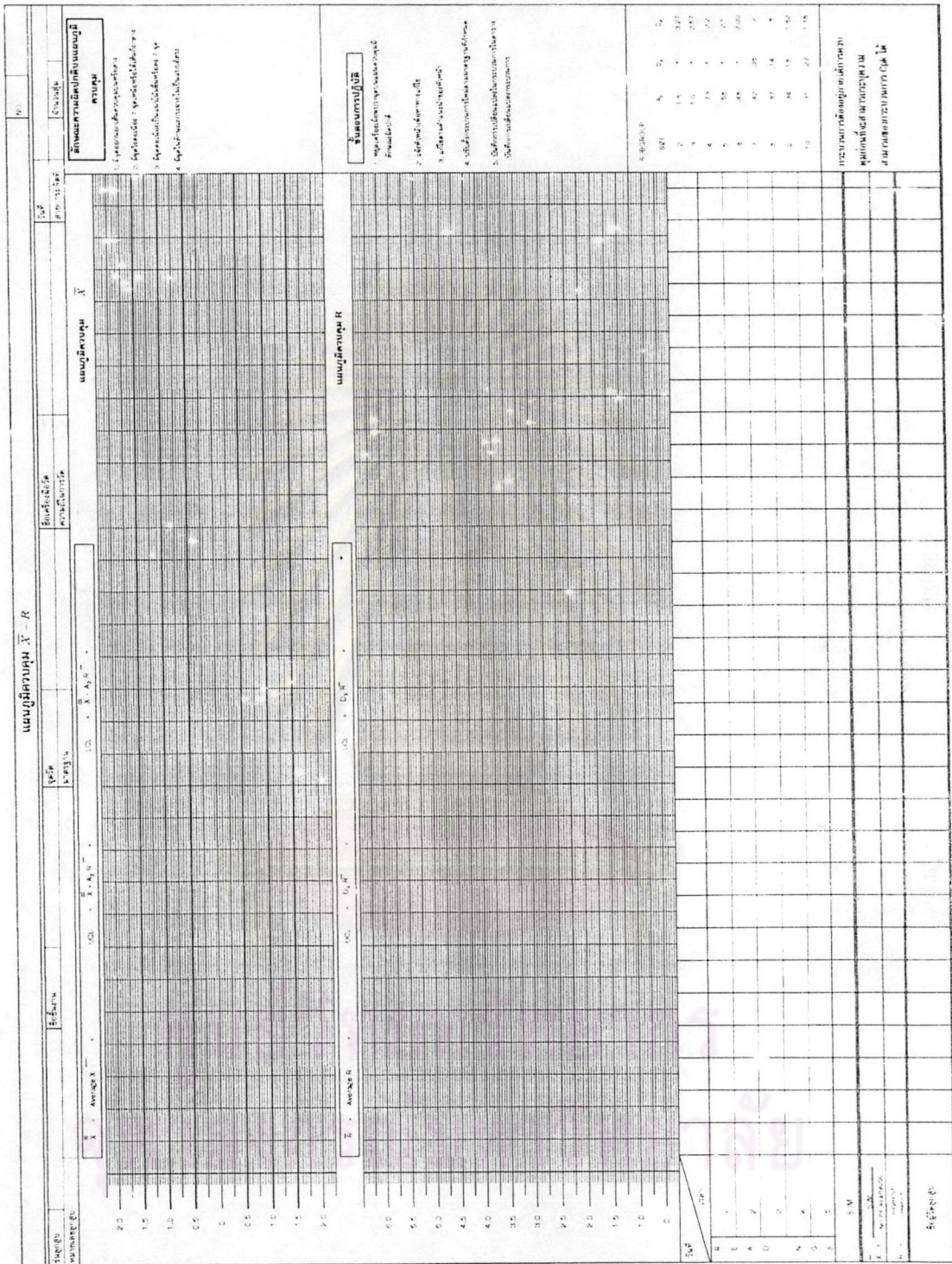
#### ฉะนั้น

$$\text{ค่า Setting 2 ส่วน 3 ของเส้นของเส้นกึ่งกลาง} = 0.5 \text{ ถึง } -0.5$$

### การบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต

พนักงานในสายการผลิตมีความรับผิดชอบในการบันทึกเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตลงในใบบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 3

การทำเช่นนี้จะช่วยให้เราทราบว่าเหตุการณ์ใดบ้างเกิดขึ้นระหว่างการผลิต เมื่อเกิดความผิดปกติเกิดขึ้นในแผนภูมิควบคุมกระบวนการเราจะสามารถกลับมาตรวจสอบในใบบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้อย่างถูกต้อง ทำให้สามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดความผันแปรที่ผิดปกติในแผนภูมิควบคุมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม



รูปที่ 2 แสดงการกำหนดพื่นสำหรับค่า Setting ในแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$

**ใบการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ**

ถ้ามีการเปลี่ยนเรื่องบุคคล, วิธีดู, สภาพแวดล้อม, วิธีทำ, เครื่องจักร หรือ ระบบการวัดต้องระบุถึง  
การบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นจะช่วยให้กำหนดแนวทางการแก้ไขได้ถูกต้องเมื่อมีลักษณะที่ไม่ปกติปรากฏขึ้นที่แผนภูมิควบคุม

วันที่	เวลา	ชื่อสังเกต	วันที่	เวลา	ชื่อสังเกต

รูปที่ 3 ตัวอย่างฟอร์มใบบันทึกการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการ



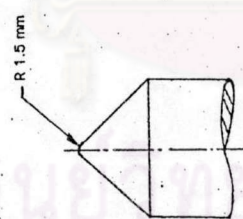
ภาคผนวก จ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

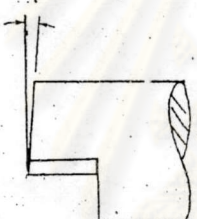
**ใบตรวจสอบลักษณะมีดกลึง**

สถานที่ตรวจ	กระบวนการถึง Finaling / 2L	มีดกลึง	ชื่ออุปกรณ์ตรวจสอบ	สายควบคุมหมายเลข	ช่างผู้ตรวจสอบ
มาตรฐาน	ค่าอนุโลม	1 ครั้ง ต่อ ๓๕	หมายเลขอุปกรณ์วัด		1-3 / 21.0 46
20.	±/- 2				1.48 /

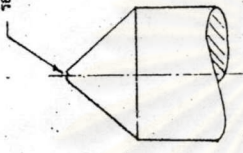
  



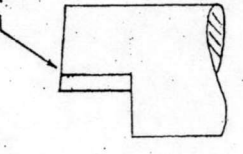
1



2



3



4

วันที่ตรวจ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. มุมปลายมีดกลึง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. มุมขอบปลายมีดกลึง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. รอยแตกปลายมีดกลึง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. รอยแยกบริเวณมีดกลึงและค้ำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ชื่อผู้ตรวจสอบ	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ชื่อผู้ทำหอบ	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

หมายเหตุ ✓ OK ✗ NG

บันทึกการตรวจสอบมีดกลึงของลูกสูบรุ่น 2L

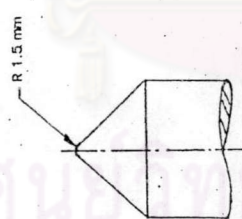
ใบตรวจสอบลักษณะมีดกลิ้ง																																
สถานที่ตรวจ	กระบวนการผลิต / 5L	ผู้ตรวจ	ชื่ออุปกรณ์ตรวจสอบ	วันที่ทำการสอบ																												
มาตรฐาน	ค่าพิกัด	1 ครั้ง ต่อ กะ	หมายเลขอุปกรณ์วัด	Line 2																												
20	+/- 2			1-31 มี.ย. 46																												
วันที่ตรวจ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1. หนุนปลายมีดกลิ้ง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2. หนุนตอนปลายมีดกลิ้ง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
3. ขอบแตกปลายมีดกลิ้ง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
4. ขอบแตกบริเวณมีดกลิ้งและด้าน	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
ชื่อผู้ตรวจสอบ																																
ชื่อผู้กำหนดสอบ																																
หมายเหตุ	OK <input checked="" type="checkbox"/> NG <input checked="" type="checkbox"/>																															

บันทึกการตรวจสอบมีดกลิ้งของลูกสูบลูก 5L

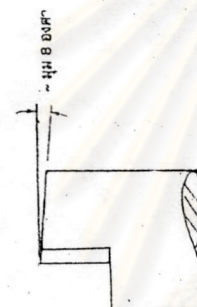
**ใบตรวจสอบลักษณะผลิตภัณฑ์**

สถานที่ตรวจ	กระบวนการผลิต / 122F	ชนิดสิ่ง	ชื่ออุปกรณ์ตรวจสอบ	วันที่ที่ตรวจ	ช่างที่ตรวจ
มาตรฐาน	ค่าพิกัด	1 ครั้ง ต่อ ๓๕	หมายเลขอุปกรณ์วัด	line 3	1-31 21.0 46
20	4/-2				

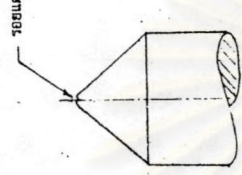
  



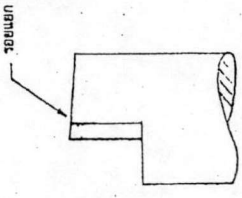
1



2



3



4

วันที่ตรวจ	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1. ฝุ่นปลายมีดกลึง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
2. ฝุ่นขอบปลายมีดกลึง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
3. รอยแตกปลายมีดกลึง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
4. รอยแยกบริเวณมีดกลึงและด้าน	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
ชื่อผู้ตรวจ	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ชื่อผู้ตรวจสอบ	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

หมายเหตุ

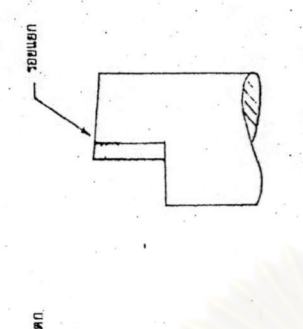
✓ OK

✗ NG

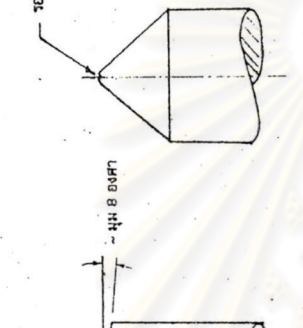
บันทึกการตรวจสอบมีดกลึงของลูกสูบลูก 122F



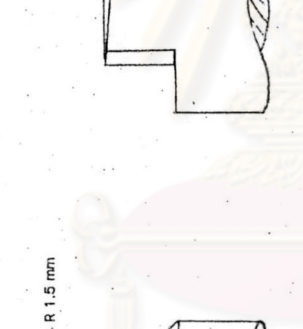
ใบตรวจสอบลักษณะผลิตภัณฑ์																														
มาตรฐานตรวจ	กระบวนการผลิต / 322	ชื่อผู้ตรวจ	มีดถึง	ชื่ออุปกรณ์ตรวจสอบ	สถานประกอบการ	ชื่อผู้ตรวจ	วันที่ตรวจ	ชื่อผู้ตรวจ	วันที่ตรวจ																					
มาตรฐาน	20	ค่าอุณหภูมิ	+/- 2	1 หรือ 2	หน้างาน	me 4																								
วันที่ตรวจ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. อนุภาคที่มีลักษณะ																													
	2. อนุภาคปลายมีลักษณะ																													
	3. รอยแตกปลายมีลักษณะ																													
4. รอยแตกบริเวณมีดถึงและค้ำ																														
ชื่อผู้ตรวจ																														
ชื่อผู้ตรวจ																														
หมายเหตุ																														



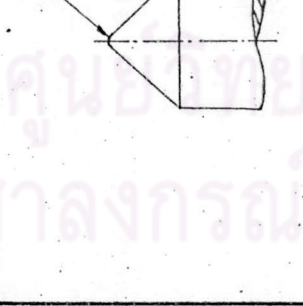
1



2



3



4

OK ✓

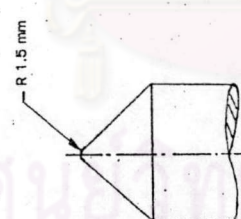
NG ✗

บันทึกการตรวจสอบมีดถึงของลูกสูบรุ่น 3ZZ


**ใบตรวจสอบลักษณะผลิตภัณฑ์**

สถานะตรวจ	กระบวนการผลิต / 508 T	ชื่ออุปกรณ์ตรวจสอบ	สถานที่ตรวจสอบ	วันที่ตรวจสอบ	ชื่อผู้ตรวจสอบ
มาตรฐาน	ค่าผู้เดิม	ชนิด	สถานะ/ประเภท	line 5	
20	+/- 2	1 ครั้ง ต่อ ปี			

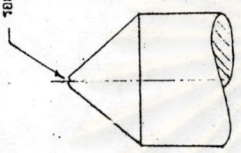
  



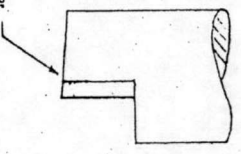
1



2



3



4

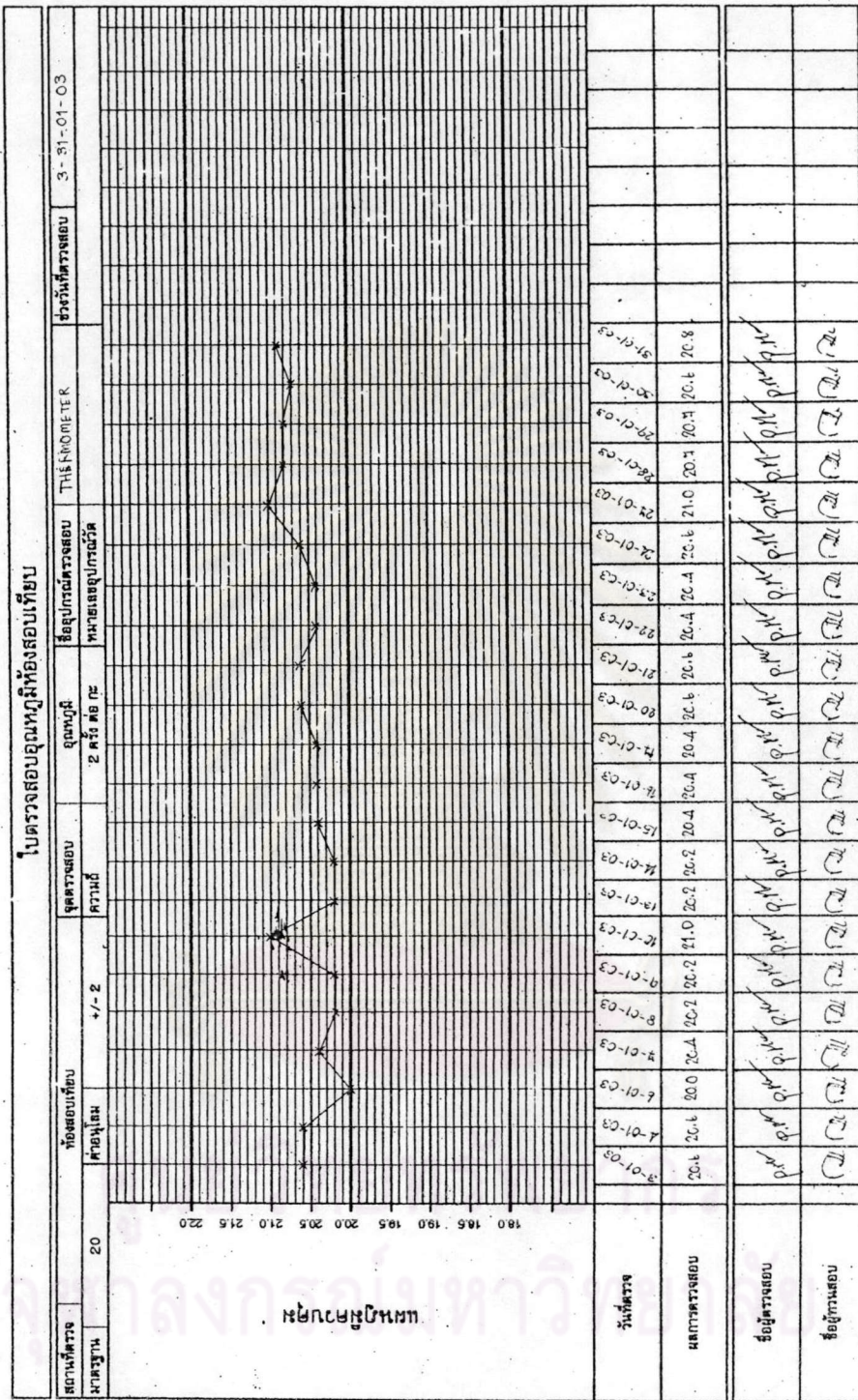
วันที่ตรวจ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. หนึ่งปลายมีตลับ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2. หนึ่งรอบปลายมีตลับ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3. รอบนอกปลายมีตลับ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4. ขอบนอกบริเวณมีตลับและห้าม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ชื่อผู้ตรวจ	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ชื่อผู้ตรวจสอบ	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

หมายเหตุ

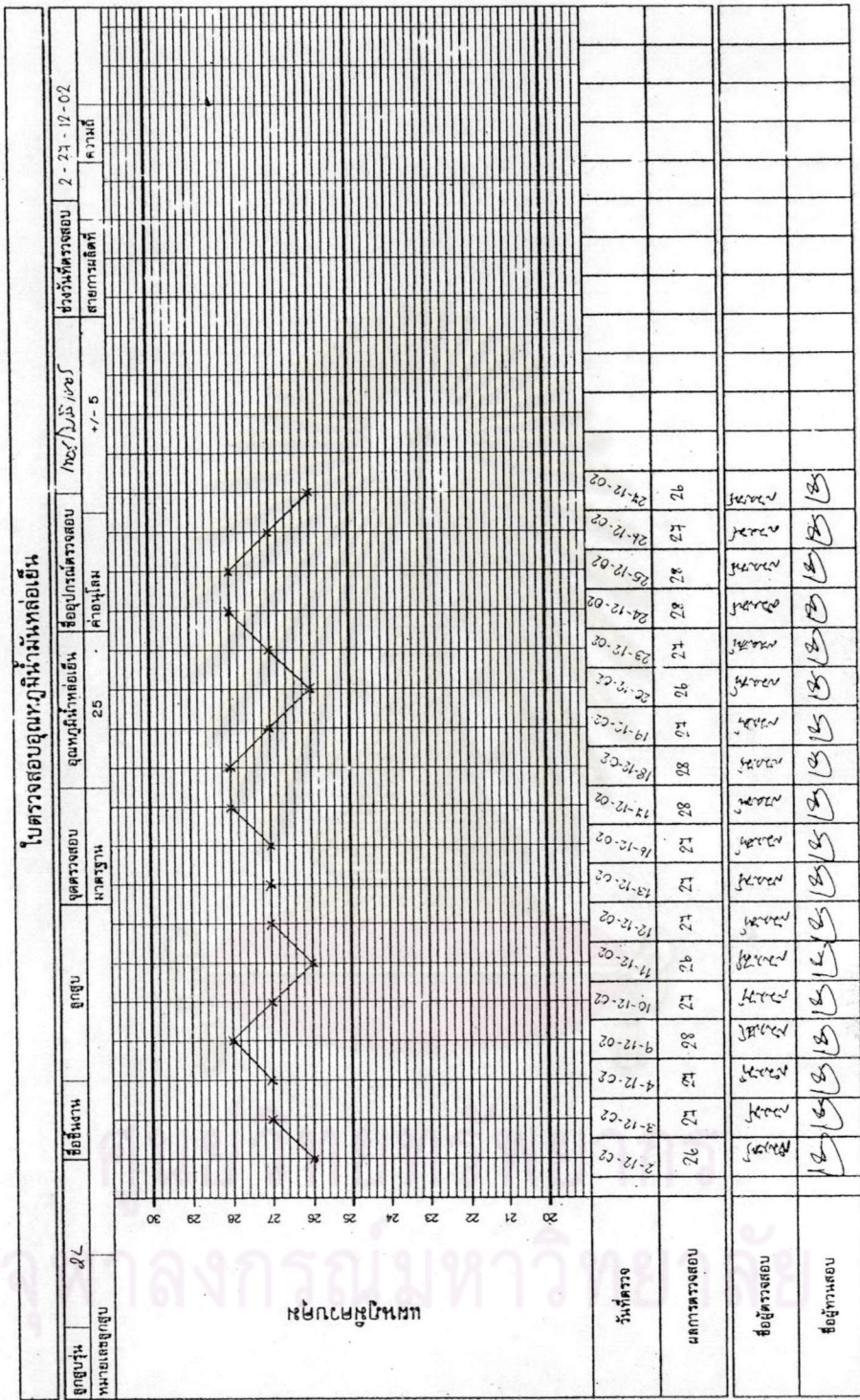
✓ OK
✗ NG

บันทึกการตรวจสอบมีตลับของลูกสูบรุ่น 508T





บันทึกการตรวจอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็นของเครื่องกลึงลูกสูบรุ่น 5L



บันทึกการตรวจอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็นของเครื่องกลึงลูกสุบรูว์ 2L

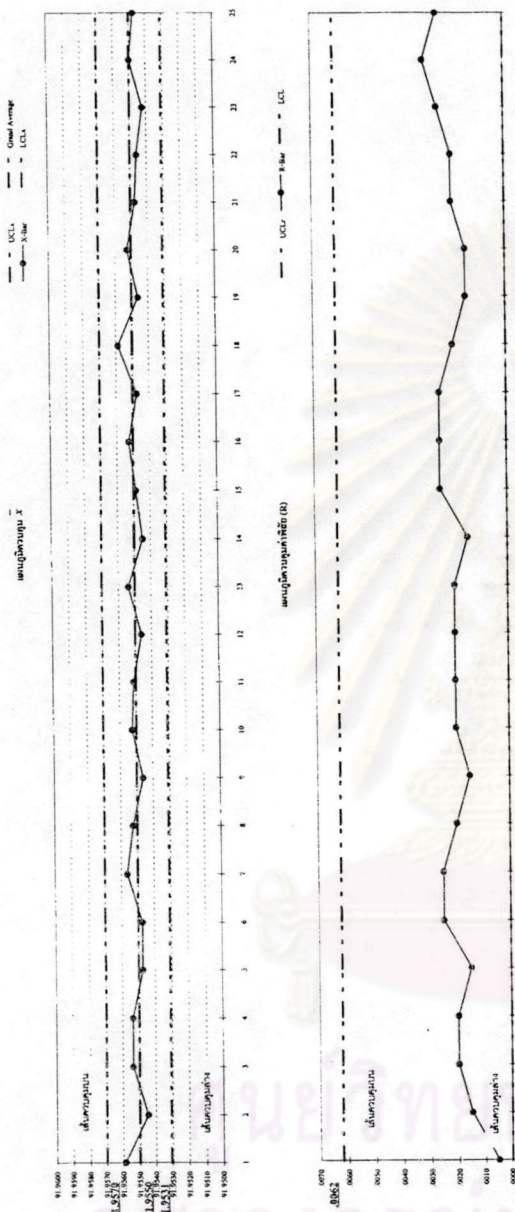
ใบตรวจสอบอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็น			
ชื่อยุทธรณ์	ชื่อเจ้าหน้าที่	ชื่ออุปกรณ์หล่อเย็น	ชื่ออุปกรณ์ตรวจ
27	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ตู้ปรับอากาศ	เทอร์โมมิเตอร์
หมวดเครื่องจักร	สาขาช่างยนต์	25	ความถี่
วันที่ตรวจ	ผู้ตรวจ	ผลการตรวจ	หมายเหตุ
3-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
4-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
6-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
8-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
9-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
10-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
11-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
12-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
13-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
14-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
15-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
16-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
17-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
18-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
19-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
20-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
21-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
22-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
23-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
24-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
25-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
26-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
27-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
28-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
29-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	
30-01-03	ชวรัตน์ ธรรมธาดา	ผ่าน	

บันทึกการตรวจอุณหภูมิน้ำมันหล่อเย็นของเครื่องกลึงลูกสูบรุ่น 2L



ภาคผนวก ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

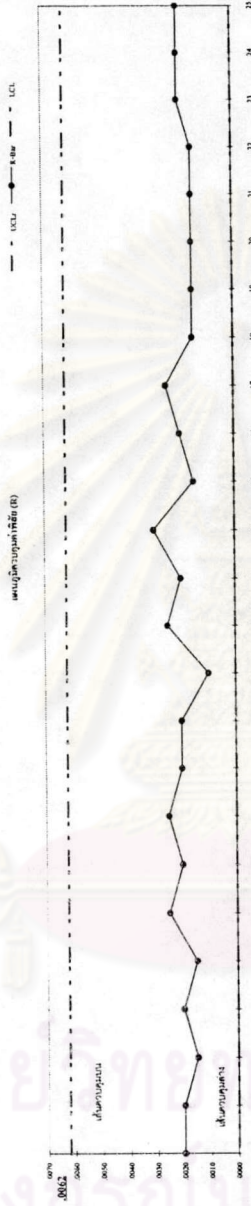
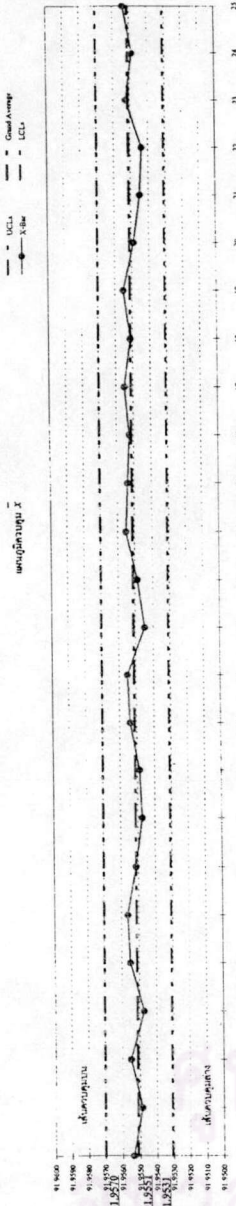


ส.ร.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ค่าเฉลี่ย	91.9560	91.9540	91.9555	91.9566	91.9555	91.9566	91.9565	91.9566	91.9540	91.9540	91.9560	91.9560	91.9560	91.9555	91.9560	91.9565	91.9560	91.9545	91.9545	91.9560	91.9560	91.9560	91.9560	91.9565	91.9555
พิสัย	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ค่าเฉลี่ยรวม	367.8235	367.8180	367.8215	367.8215	367.8190	367.8210	367.8225	367.8210	367.8185	367.8205	367.8185	367.8215	367.8180	367.8195	367.8210	367.8190	367.8235	367.8185	367.8210	367.8190	367.8185	367.8170	367.8200	367.8190	367.8190
UCL	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570
LCL	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550	91.9550
Grand Average	91.9559	91.9545	91.9554	91.9554	91.9554	91.9548	91.9556	91.9553	91.9546	91.9553	91.9551	91.9546	91.9554	91.9545	91.9549	91.9553	91.9548	91.9559	91.9546	91.9553	91.9548	91.9546	91.9543	91.9550	91.9548
X-Bar	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531
LCL	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531
UCL	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
R-Bar	0.00150	0.0020	0.0020	0.0015	0.0025	0.0025	0.0020	0.0015	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0015	0.0025	0.0025	0.0025	0.0020	0.0020	0.0015	0.0025	0.0020	0.0020	0.0025	0.0020	0.0025
LCL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ค่าความแปรปรวน = 1.716  
 ค่าความผันผวน = 1.716  
 ค่าความแปรปรวนที่ปรับแก้ = 1.71617817161740  
 ค่าความแปรปรวนที่ปรับแก้ใหม่ = 1.746174318191603

บันทึกการคำนวณค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Microsoft excel ลูกสุบรุ่น 2L

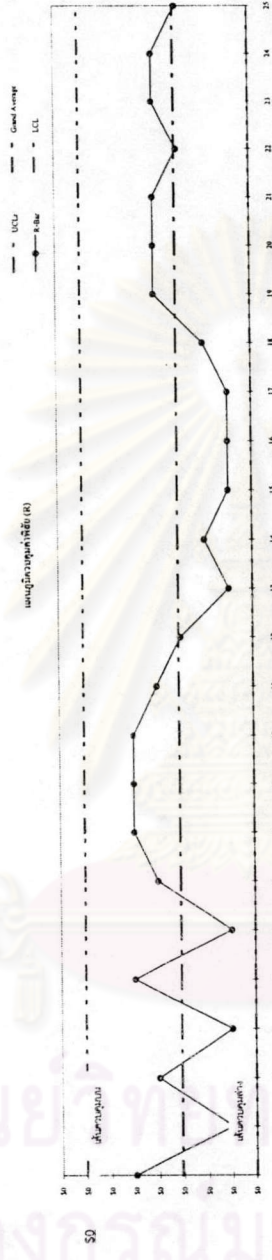
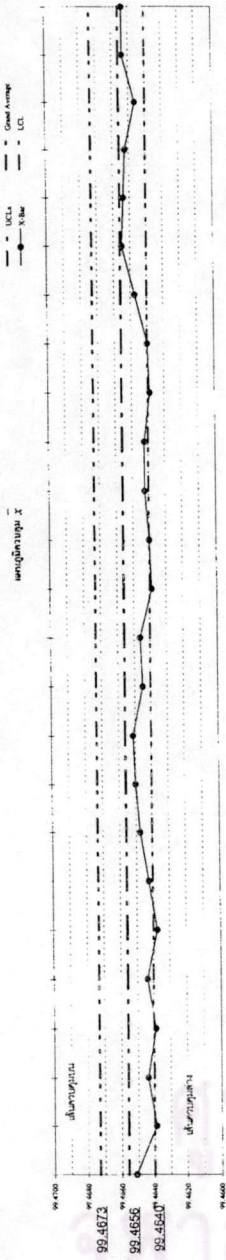




กลุ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ครั้งที่ 1	91.9560	91.9555	91.9560	91.9560	91.9560	91.9565	91.9540	91.9540	91.9540	91.9555	91.9550	91.9540	91.9545	91.9545	91.9565	91.9555	91.9560	91.9560	91.9560	91.9560	91.9555	91.9540	91.9540	91.9560	91.9560
ครั้งที่ 2	91.9555	91.9540	91.9545	91.9545	91.9545	91.9560	91.9560	91.9545	91.9560	91.9560	91.9555	91.9545	91.9550	91.9545	91.9560	91.9555	91.9560	91.9545	91.9555	91.9545	91.9540	91.9540	91.9540	91.9555	91.9560
ครั้งที่ 3	91.9540	91.9555	91.9560	91.9540	91.9560	91.9540	91.9540	91.9555	91.9540	91.9560	91.9555	91.9555	91.9540	91.9555	91.9560	91.9555	91.9540	91.9545	91.9545	91.9540	91.9540	91.9540	91.9540	91.9555	91.9540
ครั้งที่ 4	91.9560	91.9540	91.9560	91.9545	91.9555	91.9560	91.9560	91.9545	91.9560	91.9540	91.9540	91.9560	91.9550	91.9560	91.9560	91.9545	91.9555	91.9555	91.9555	91.9555	91.9555	91.9545	91.9540	91.9540	91.9555
รวมทุกตัว	367.8215	367.8195	367.8220	367.8190	367.8220	367.8225	367.8190	367.8195	367.8195	367.8220	367.8215	367.8220	367.8195	367.8220	367.8220	367.8210	367.8220	367.8220	367.8220	367.8195	367.8180	367.8175	367.8210	367.8195	367.8215
UCL <sub>x</sub>	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570	91.9570
LCL <sub>x</sub>	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531	91.9531
Grand Average	91.9554	91.9549	91.9555	91.9548	91.9555	91.9556	91.9551	91.9548	91.9549	91.9555	91.9545	91.9549	91.9555	91.9554	91.9555	91.9554	91.9555	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551
X-Bar	91.9554	91.9549	91.9555	91.9548	91.9555	91.9556	91.9551	91.9548	91.9549	91.9555	91.9545	91.9549	91.9555	91.9554	91.9555	91.9554	91.9555	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551	91.9551
LCL <sub>R</sub>	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062	0.0062
UCLR	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
R-Bar	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
LCL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

คำนวณค่าควบคุม CPU = 1.743  
 คำนวณค่าควบคุม CPL = 1.832  
 คำนวณค่าควบคุม C<sub>p</sub> = 1.787  
 คำนวณค่าควบคุม C<sub>pk</sub> = 1.742

บันทึกการคำนวณค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Microsoft excel ลูกศรบน 2L

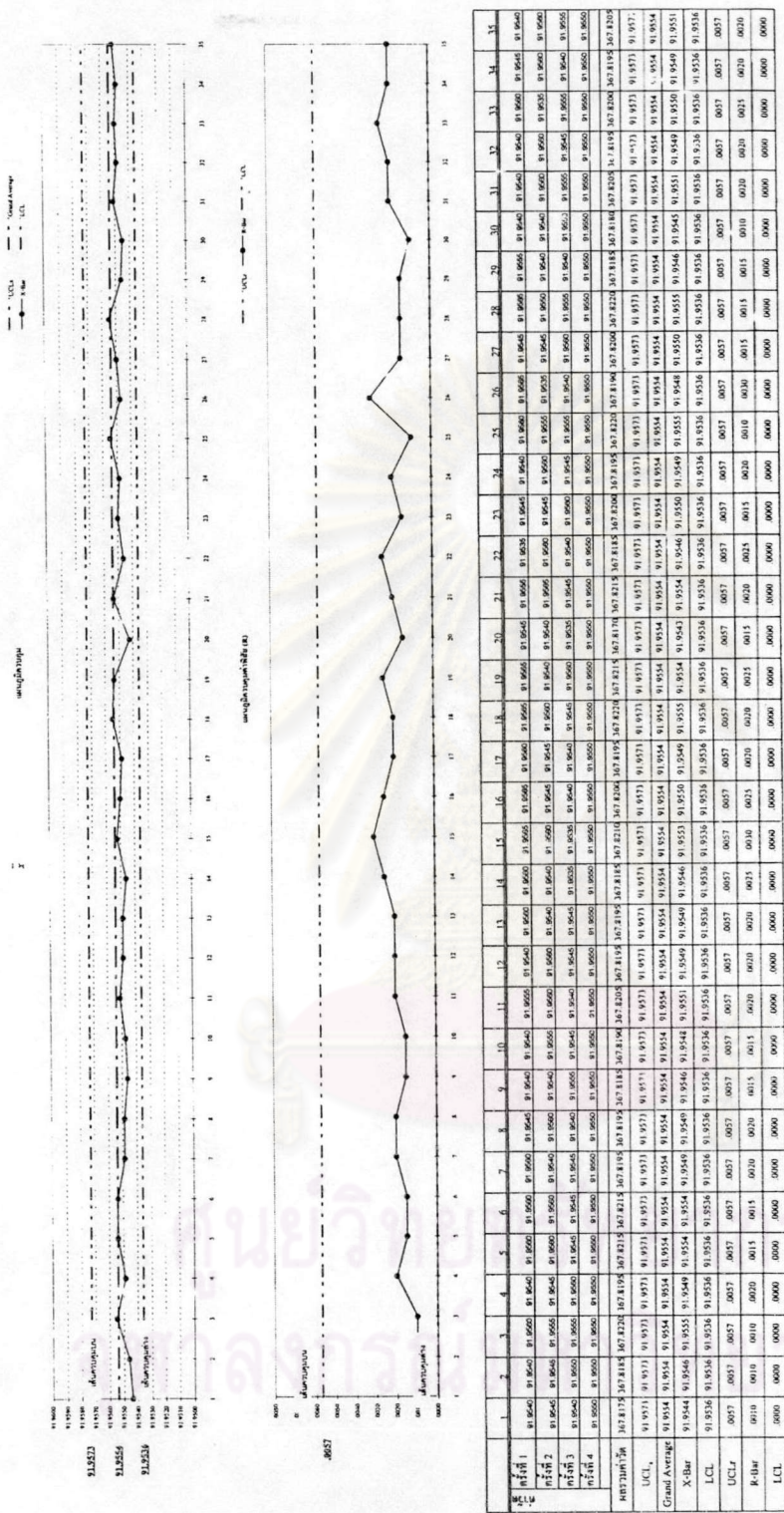


ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ค่าเฉลี่ย	99.4686	99.4640	99.4635	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	99.4686	99.4640	99.4635	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640
ค่าเฉลี่ยรวม	397.8665	397.8555	397.8375	397.8555	397.8555	397.8555	397.8570	397.8590	397.8600	397.8600	397.8600	397.8580	397.8585	397.8585	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570	397.8570
UCL	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673	99.4673
LCL	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651	99.4651
Grand Average	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656	99.4656
X-Bar	99.4651	99.4639	99.4644	99.4639	99.4644	99.4644	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643	99.4643
LCL	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640	99.4640
UCLR	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
LCLR	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
Grand Average	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
R-Bar	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
LCL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ค่าเฉลี่ยรวม = 397.8665  
 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม = 99.4686  
 ค่าเฉลี่ยรวมที่ปรับแก้ = 2.228  
 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมที่ปรับแก้ = 1.732

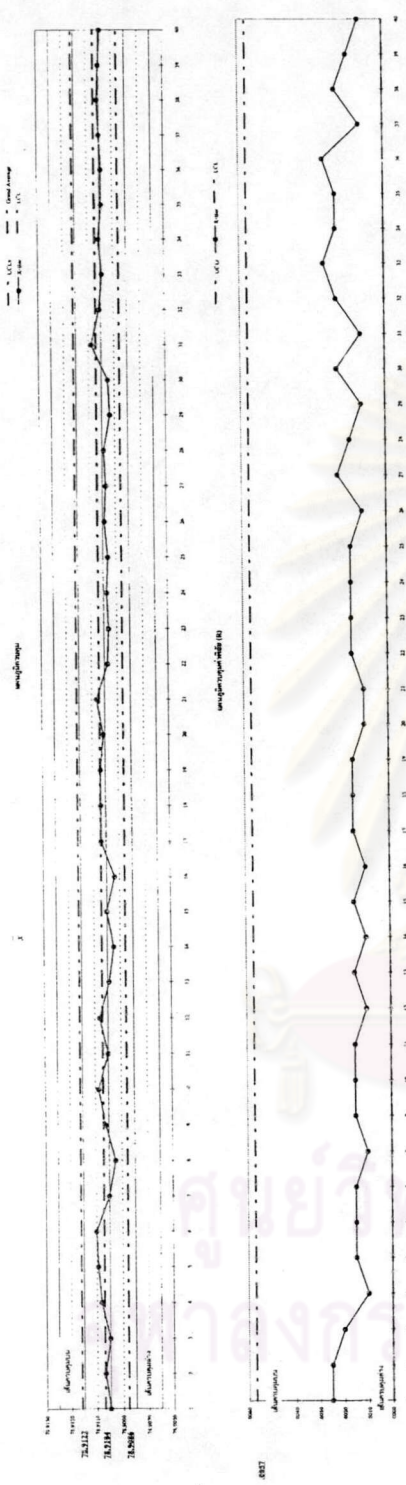
บันทึกการคำนวณค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Microsoft excel ถูกสุ่มรัน 5L





SFC\_122F\_AV\_04\_Fnc\_001\_Page1

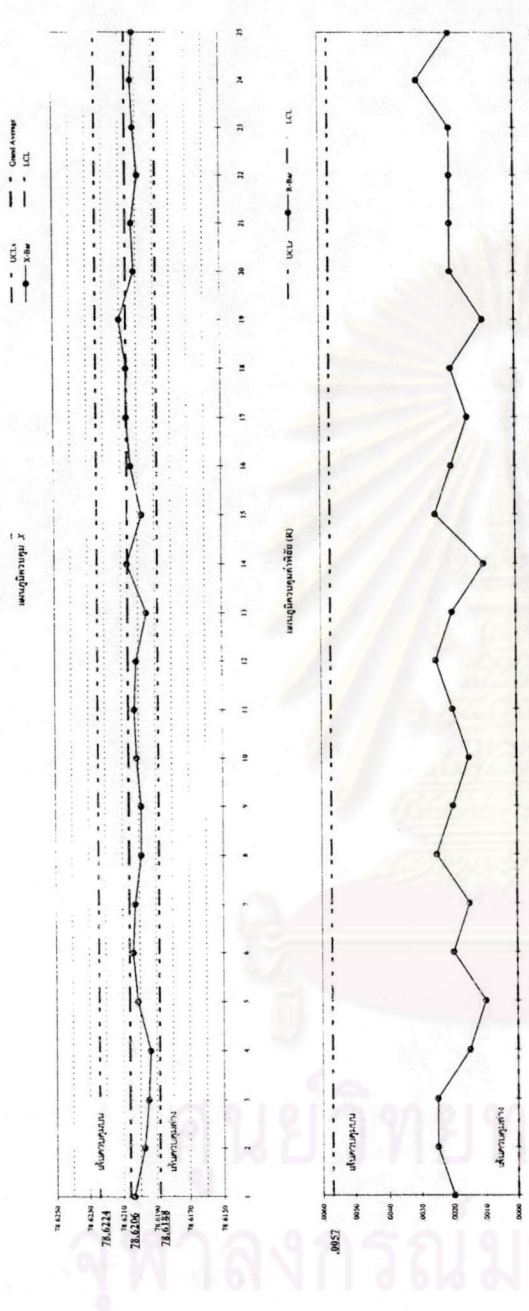
บันทึกการคำนวณค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Microsoft excel ถูกสุบรุ่น 122F



ค่าเฉลี่ย	3114400	3114415	3114430	3114445	3114460	3114475	3114490	3114505	3114520	3114535	3114550	3114565	3114580	3114595	3114610	3114625	3114640	3114655	3114670	3114685	3114700	3114715	3114730	3114745	3114760	3114775	3114790	3114805	3114820	3114835	3114850	3114865	3114880	3114895	3114910	3114925	3114940	3114955	3114970	3114985	3115000	3115015	3115030	3115045	3115060	3115075	3115090	3115105	3115120	3115135	3115150	3115165	3115180	3115195	3115210	3115225	3115240	3115255	3115270	3115285	3115300	3115315	3115330	3115345	3115360	3115375	3115390	3115405	3115420	3115435	3115450	3115465	3115480	3115495	3115510	3115525	3115540	3115555	3115570	3115585	3115600	3115615	3115630	3115645	3115660	3115675	3115690	3115705	3115720	3115735	3115750	3115765	3115780	3115795	3115810	3115825	3115840	3115855	3115870	3115885	3115900	3115915	3115930	3115945	3115960	3115975	3115990	3116005	3116020	3116035	3116050	3116065	3116080	3116095	3116110	3116125	3116140	3116155	3116170	3116185	3116200	3116215	3116230	3116245	3116260	3116275	3116290	3116305	3116320	3116335	3116350	3116365	3116380	3116395	3116410	3116425	3116440	3116455	3116470	3116485	3116500	3116515	3116530	3116545	3116560	3116575	3116590	3116605	3116620	3116635	3116650	3116665	3116680	3116695	3116710	3116725	3116740	3116755	3116770	3116785	3116800	3116815	3116830	3116845	3116860	3116875	3116890	3116905	3116920	3116935	3116950	3116965	3116980	3116995	3117010	3117025	3117040	3117055	3117070	3117085	3117100	3117115	3117130	3117145	3117160	3117175	3117190	3117205	3117220	3117235	3117250	3117265	3117280	3117295	3117310	3117325	3117340	3117355	3117370	3117385	3117400	3117415	3117430	3117445	3117460	3117475	3117490	3117505	3117520	3117535	3117550	3117565	3117580	3117595	3117610	3117625	3117640	3117655	3117670	3117685	3117700	3117715	3117730	3117745	3117760	3117775	3117790	3117805	3117820	3117835	3117850	3117865	3117880	3117895	3117910	3117925	3117940	3117955	3117970	3117985	3117999
-----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

ค่าควบคุมบน (UCL) : 2.200  
 ค่าควบคุมล่าง (LCL) : 2.200  
 ค่าเฉลี่ย (Mean) : 2.232  
 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Sigma) : 2.200

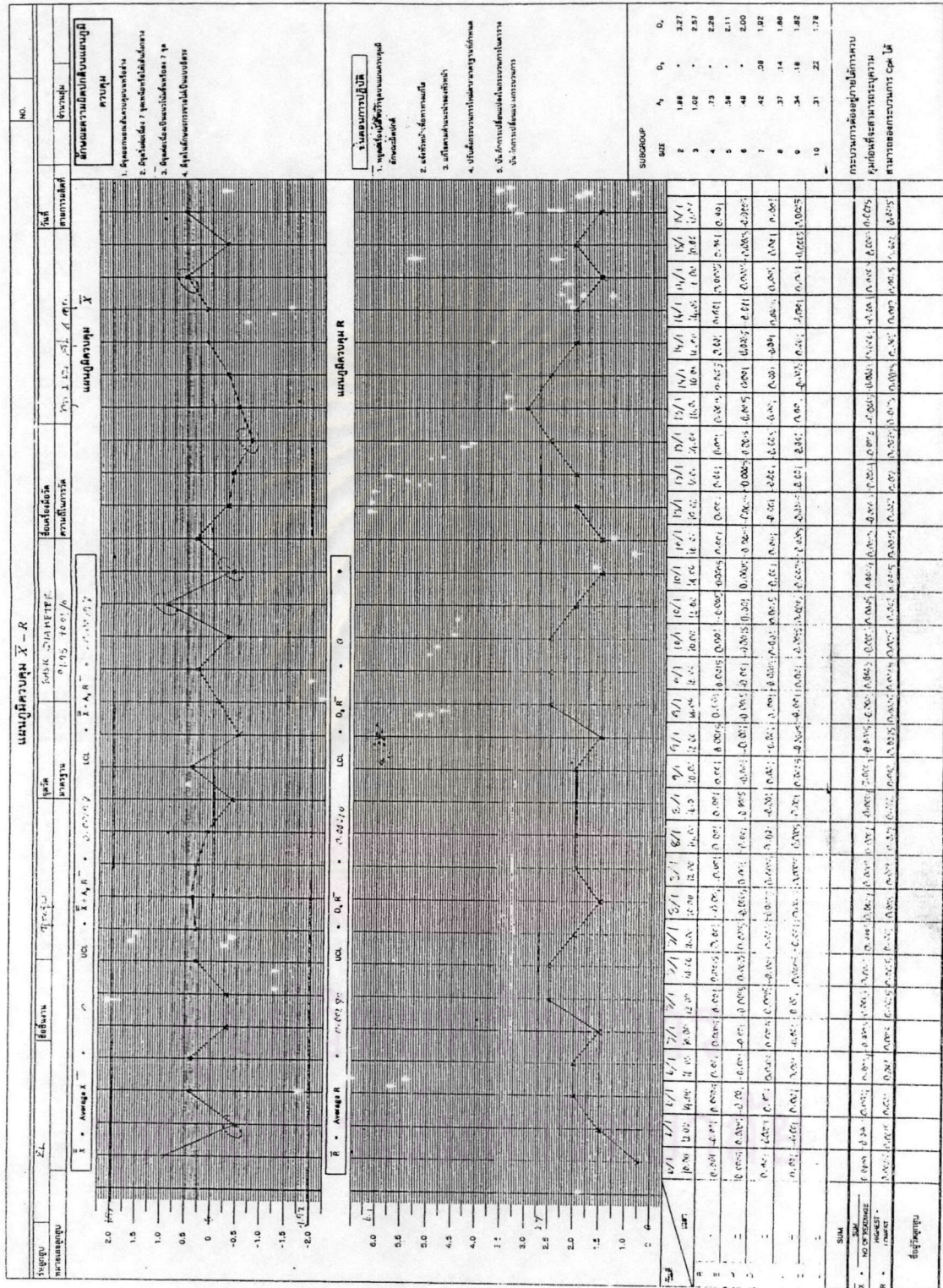
บันทึกการคำนวณค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Microsoft excel ลูกสุบรุ่น 3ZZ



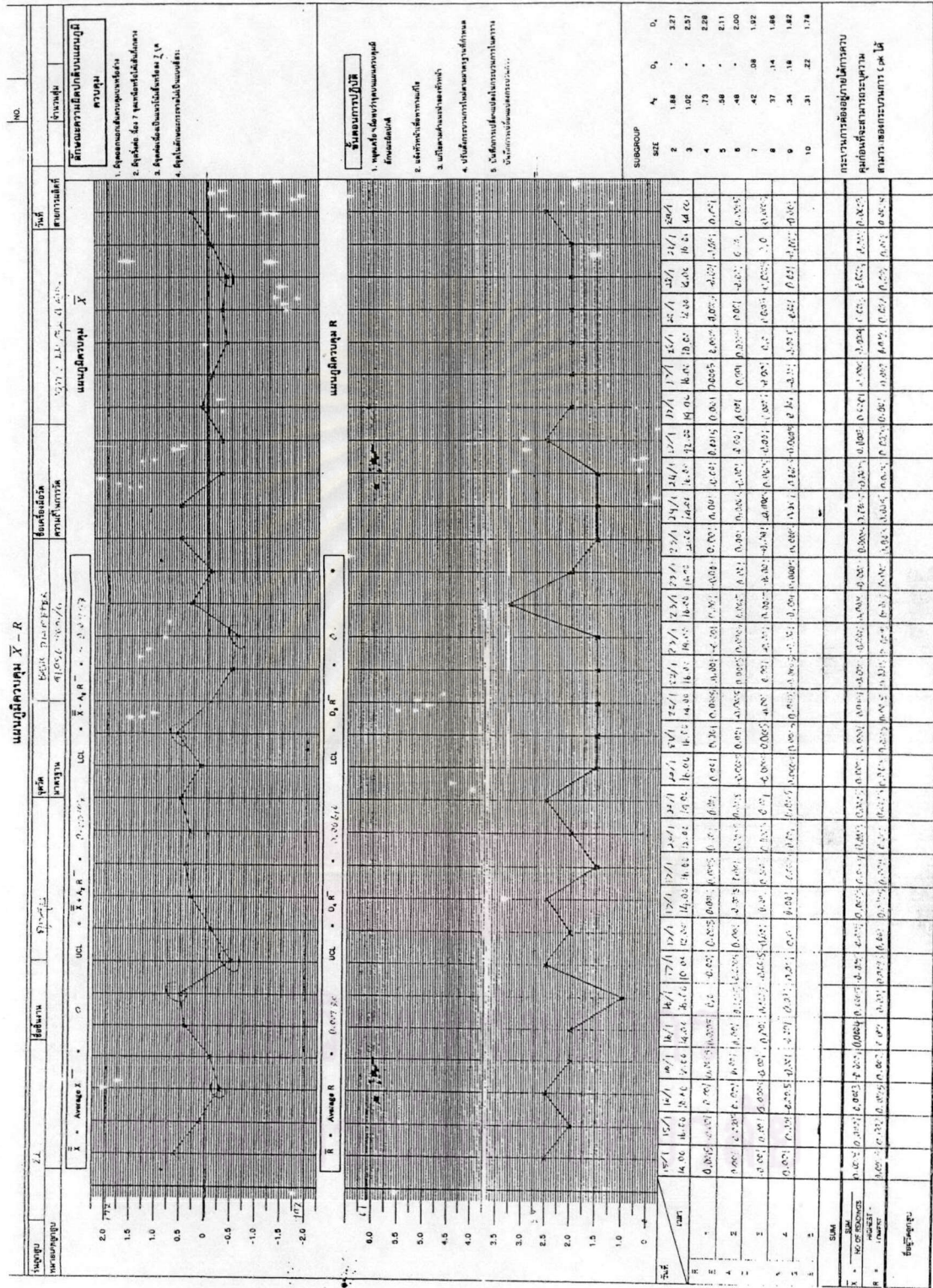
ส.ร. / หมายเหตุ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ค่าเฉลี่ยกลุ่ม	78.6190	78.6185	78.6210	78.6190	78.6190	78.6200	78.6190	78.6194	78.6210	78.6190	78.6195	78.6215	78.6195	78.6210	78.6205	78.6225	78.6215	78.6210	78.6210	78.6195	78.6210	78.6205	78.6210	78.6195	78.6190
พิสัยกลุ่ม	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057
ค่าเฉลี่ยรวม	314.4815	314.4790	314.4775	314.4775	314.4805	314.4815	314.4810	314.4795	314.4795	314.4805	314.4810	314.4805	314.4780	314.4825	314.4790	314.4825	314.4825	314.4840	314.4840	314.4805	314.4810	314.4795	314.4805	314.4810	314.4805
UCL	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234	78.6234
Center Average	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206	78.6206
LCL	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188	78.6188
UCLr	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057
R-Bar	0.0020	0.0023	0.0025	0.0015	0.0010	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015	0.0020	0.0015
LCLr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

CPU = 1/23  
 CPk = 1.815  
 Cp = 1.799  
 Cpk = 1.723

บันทึกการคำนวณค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Microsoft excel ถูกสุบรุ่น 508T

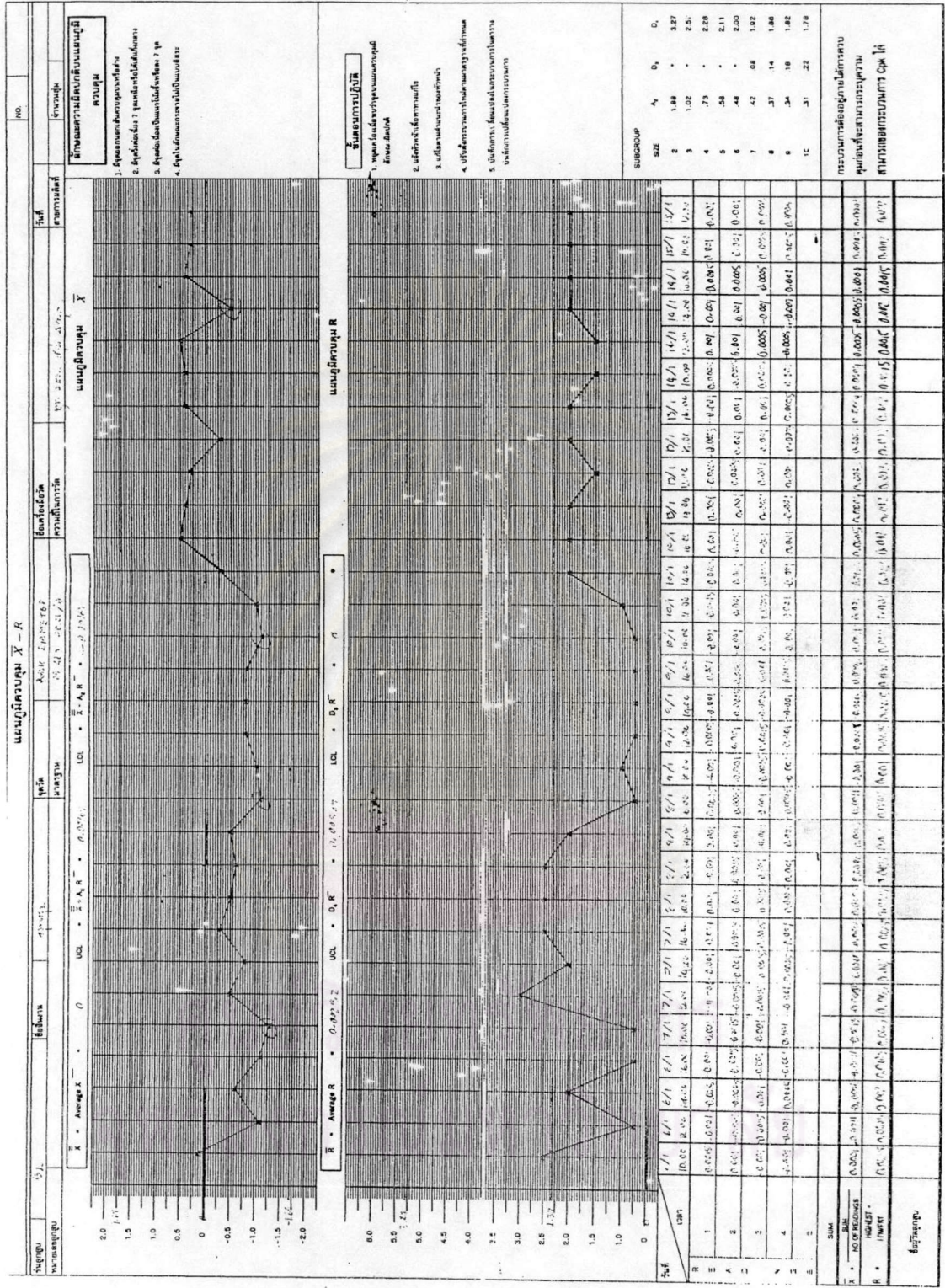


บันทึกแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  กระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 2L

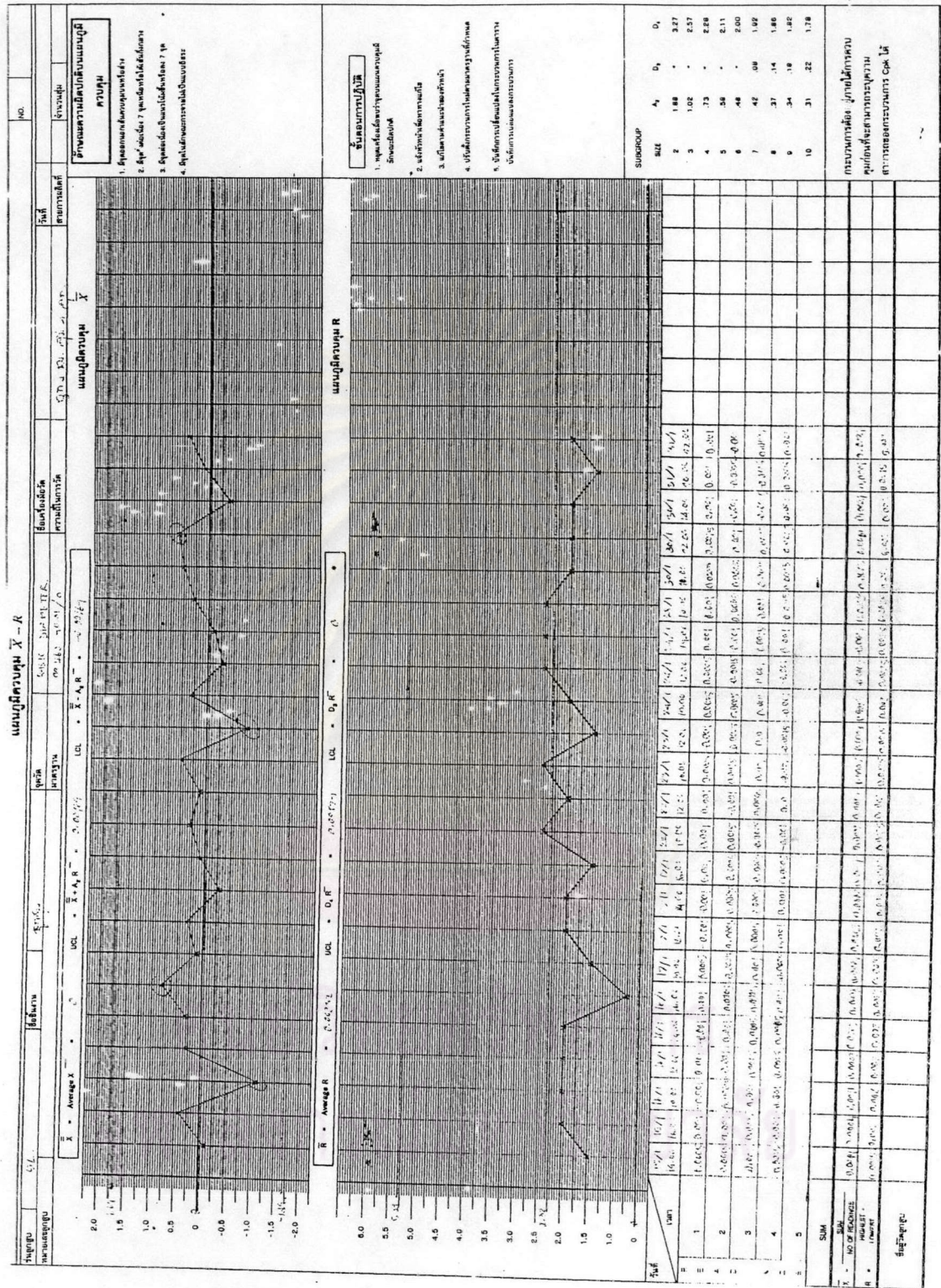


บันทึกแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  กระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 2L

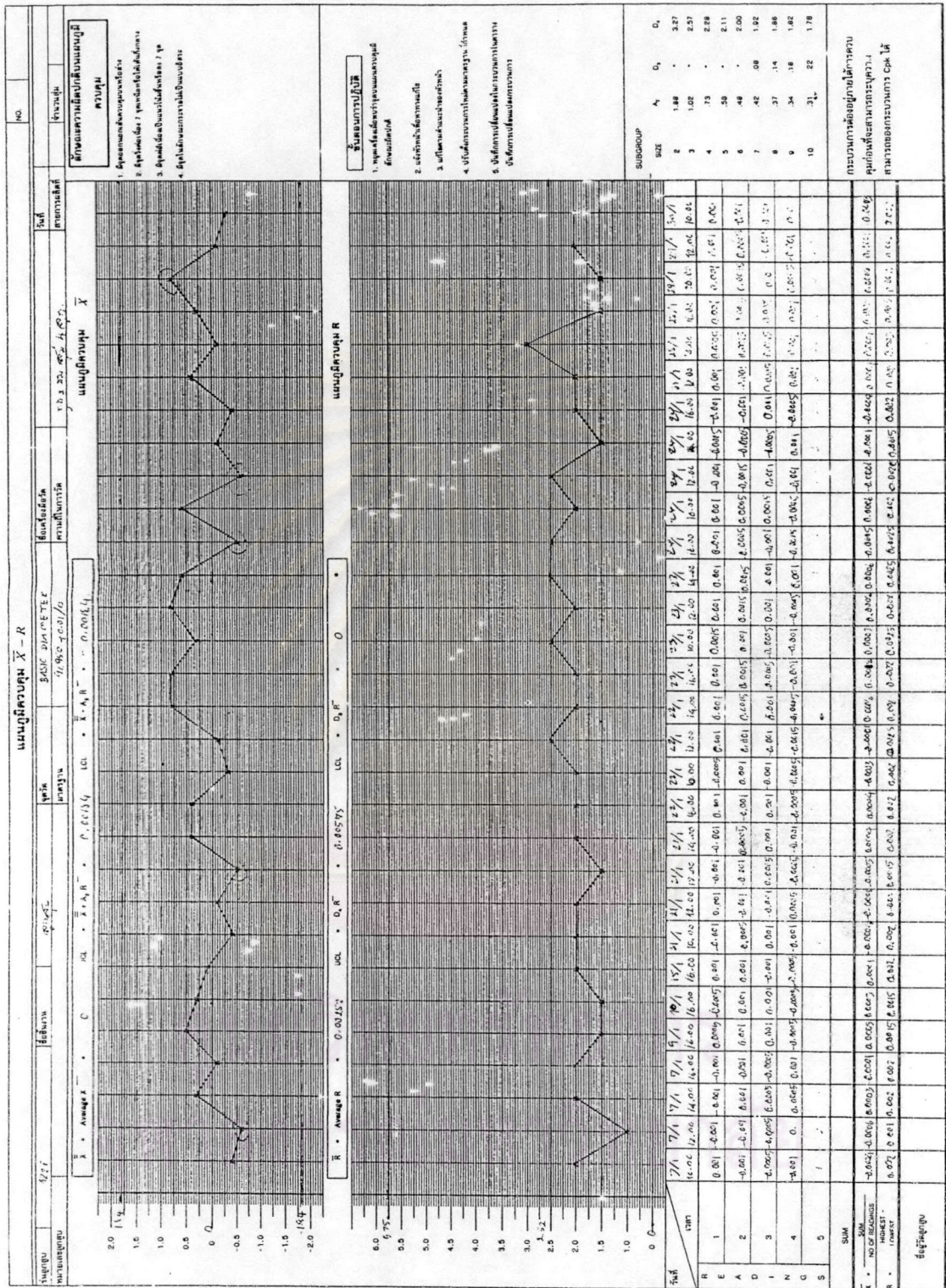




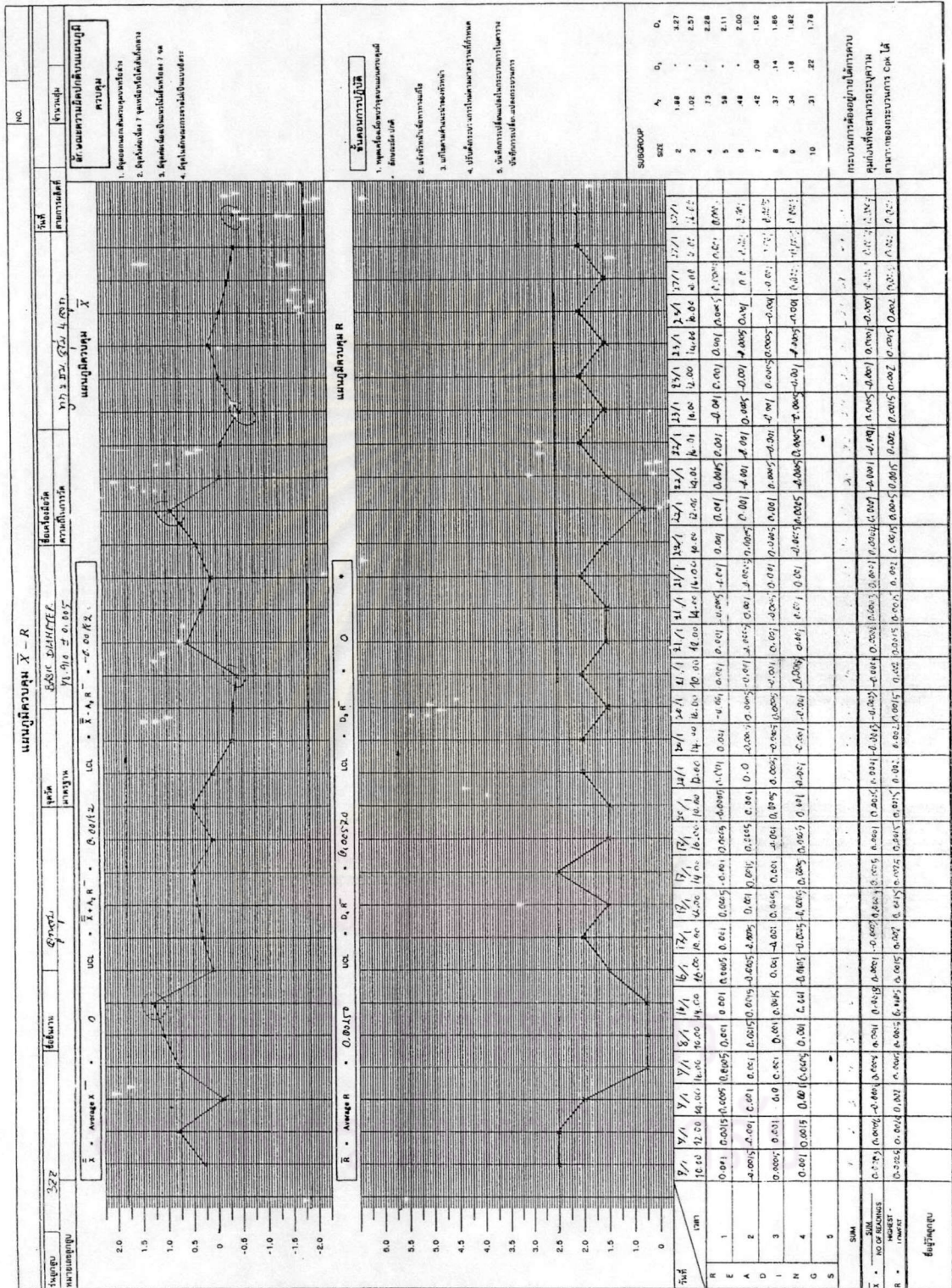
บันทึกแผนภูมิควบคุม X - R กระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 5L



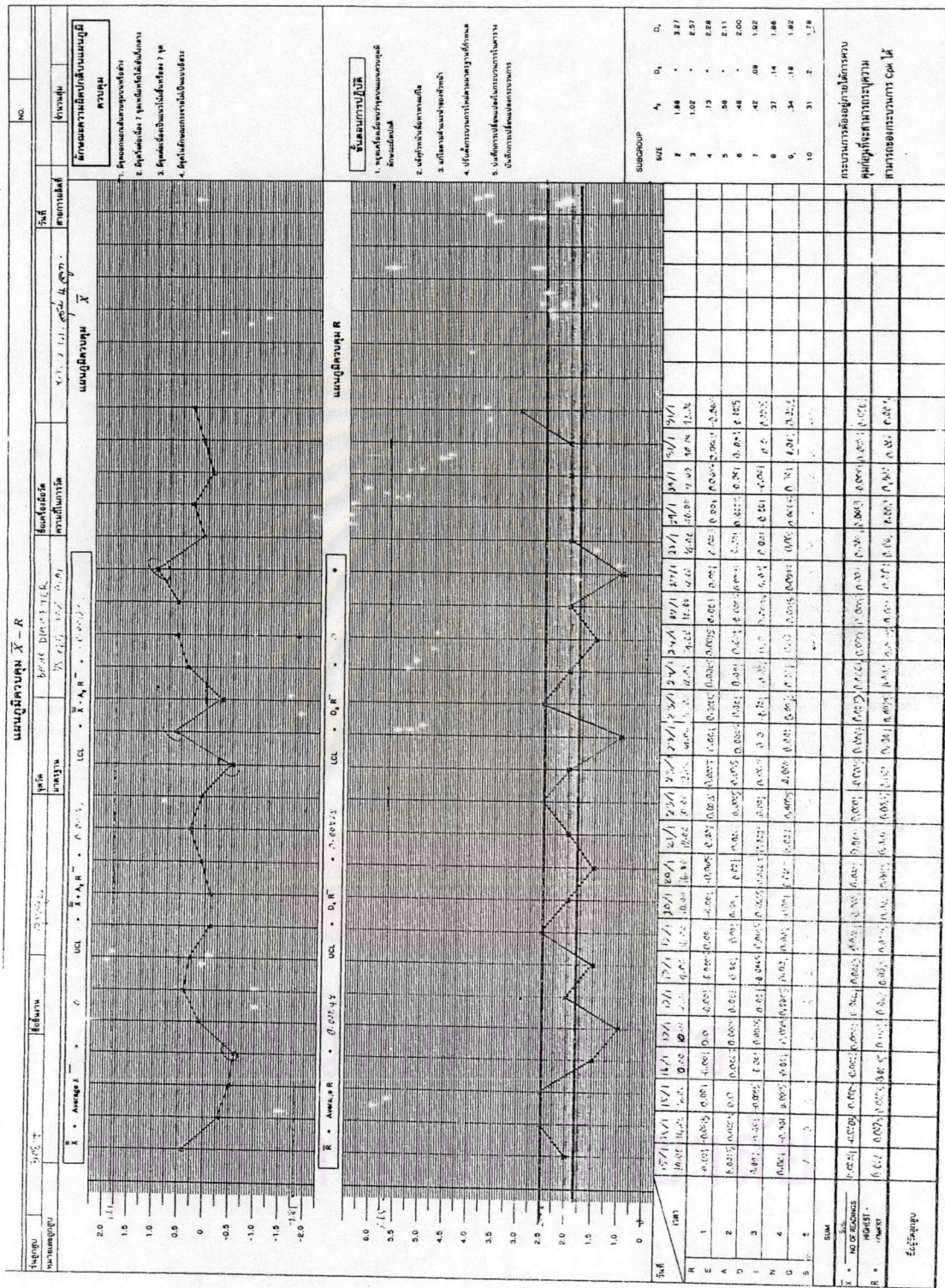
บันทึกแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  กระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 5L



บันทึกแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  กระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 122F



บันทึกแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  กระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 3ZZ



บันทึกแผนภูมิควบคุม  $\bar{X} - R$  กระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 508T

ใบรายงานการเปลี่ยน TOOLS / ปัญหาที่พบใน LINE								
LINE NO. : 1      วันถึงสูบล : 21								
วันที่	กะ	ชื่อเครื่อง / TOOLS	จำนวน	รายละเอียด	เวลาที่ใช้	ผลผลิต / กะ	ผู้เปลี่ยน	ผลการตรวจเช็ค
26-12-15	A			ใช้พดลดา 10 10 น.				
		หินกร้อ		กร: คัด Tail stock จาก ห่อจาก ก: B	15 น	}		
		Rima ก	3000	กด: ทดสอบส่วนที่กรองหัวตาใหม่ หัว: 3 ในโรง 1 ในพว 3 / น	15 น.			
		SEMI FS.		กด: หัววัด 1 นิ้ว (ตามตาราง)	20 น			
24-15	B	Boring	-	พดลดา 2B → 2A → 2B	20 น.	421	Thom	
		FS	-	ใช้: เปลี่ยน, เปลี่ยน, ใหม่	10 น.			
3-1-16	B			ใช้: น.	20 น.			
		BORINA		กด: พดลดา ใหม่	40	310	8	
		หินกลิ้ง		กด: พดลดา ใหม่ หัววัด 1 นิ้ว	30			
		FS		กด: Basic ใหม่	20			
4-1-16	A	SNAPPING	-	พดลดา: เปลี่ยนใหม่ หัววัด 1 นิ้ว	15 น	}		
	A	Boring	-	กด: Chamfer ของบดใหม่ หัววัด 1 นิ้ว	15 น		182	Thom
				ใช้: 24 หรือ 1-4 45 น.				
6-1-16	A			SC 30: ใหม่				
7-1-16	A			30: ใหม่				
7-1-16	B	Boring	-	Chamfer ใหม่ หัววัด 2 นิ้ว	40 นาที		Thom	ok
				ใช้: เปลี่ยน หัววัด ใหม่				
7-1-16	B	SNAPPING	-	พดลดา: เปลี่ยนใหม่ หัววัด 1 นิ้ว	20 นาที		Thom	ok
7-1-16	B	FS	-	ใช้: Cam จาก 1 นิ้ว	20 นาที		Thom	ok
8-1-16	A	Rima ก	1000	กด: หัววัด ตามตาราง	10 นาที	315	8	ok
8-1-16	B	Boring		กด: Chamfer ใหม่ หัววัด 1 นิ้ว	50 นาที			ok
		ขนาด L		ใช้: เปลี่ยน หัววัด ใหม่ หัววัด 1 นิ้ว	15 น	73	Thom	ok
				Alarm 07 หัววัด Limit Switch				
				Tail stock ใหม่				
				จบ Line 5. 22:40 น.				
				กด: 10 So 21 เริ่มเดิน 20:30				
หมายเหตุ :					ผู้ช่วย / หัวหน้าแผนก	ผู้ช่วย / ผู้จัดการแผนก		
					8	8		

บันทึกการเปลี่ยนมีคดถึงในกระบวนการจนถึงลูกสูบลรุ่น 2L

ใบรายงานการเปลี่ยน TOOLS / ปัญหาที่พบใน LINE								
LINE NO. : 2      ทุกลูกสูบ : 5L								
วันที่	กะ	ชื่อเครื่อง / TOOLS	จำนวน	รายละเอียด	เวลาที่ใช้	ผลผลิต / กะ	ผู้เปลี่ยน	ผลการตรวจเช็ค
15-1-16	B			to SO2A1	15 น.			
		SEM F9		น้ำมันหม้อ	15 น.	344	☺	
		ก๊อกลูกสูบ (2)	30,000	ปลั๊ก ENDMILL 1000 ENDMILL				
				ก๊อกลูกสูบ	15 น.			OK
		RINA ①	2,000	ปลั๊กวัด 1 นิ้ว (คองทอป)	15 น.			OK
16-1-16	B			to SO2A1	15.2 น.	138	☺	
				21.00 SO2A1 12 น.				
16-1-16	A			SO2A1 12 น.				
17-1-16	B			SO2A1 12 น. 21.00 น.		87	☺	
18-1-16	B	Valve C,D	500	ENMILL ที่ Valve บิน, ตันเต็ก (ENMILL) 1/2 นิ้ว 1/4 นิ้ว	1 ชม.	195	Tham	OK
	B	อลัง		สกรูหัวท้าย Knock ตันเต็ก				
	B	อลัง		สกรูหัวท้าย Knock ตันเต็ก	25 นาที			
	B	อลัง		สกรูหัวท้าย Knock ตันเต็ก				
21-1-16	B	Pering		ไขควงตัดท่อ 1/2 นิ้ว (สั้น) ไขควงหัว	20 นาที	160	Tham	OK
				ขันน็อต SO2A1 12 น. 18:30 น.				
				CO: 10 ขันน็อต Line C				
				ตาม ORDER				
22-1-16	A			ฝึกหนักพนักงานใหม่				
		ก๊อกลูกสูบ		ก๊อกลูกสูบ 1/2 นิ้ว	1 ชม.	113	☺	
		AB	13000	ปลั๊ก ENDMILL A,B, 1/2 นิ้ว				
		ก๊อกลูกสูบ	25000	สกรูหัวท้าย, สกรูหัวท้าย				
				B. 10 ชิ้น 1/2 นิ้ว				
24-1-16	B	Valve A,B		ENMILL ที่ Valve บิน	2 ชม.	216	Tham	OK
				ขัน ENMILL สกรูหัวท้าย				
				ปลั๊ก chip ใน ตันเต็ก				
				ขัน ENMILL สกรูหัวท้าย				
				Valve บิน 1/2 นิ้ว				
				1/4 program 1/2 นิ้ว				
				ปลั๊ก ENMILL 1/2 นิ้ว				
หมายเหตุ :					ผู้ช่วย / หัวหน้าแผนก	ผู้ช่วย / ผู้จัดการแผนก		
					☺	☺		

บันทึกการเปลี่ยนมีดกลึงในกระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 5L

ใบรายงานการเปลี่ยน TOOLS / ปัญหาที่พบใน LINE									
วันที่		ชื่อเครื่อง / TOOLS		จำนวน	รายละเอียด	เวลาที่ใช้	ผลผลิต / กะ	ผู้เปลี่ยน	ผลการตรวจเช็ค
05-12-25		BORING			ทดลองเริ่มผลิต 09.20 น.				
21-12-25		BORING			หักใบยาวใบเล็ก	20 น.		8	
		BORING			เปลี่ยน line. 22:10 น.				
		BORING			ทำแม่ Value เองใหม่ 1 กะ				
		BORING			ทำแม่ Value เดิม 1 กะ				
		BORING			ทำแม่ Value ใหม่ 1 กะ	15 น.	152	Thom	
		BORING			ทำแม่ Value ใหม่ 1 กะ (-5.3)				
		BORING			ทำแม่ Value ใหม่ (-8.5) 1 กะ				
		BORING			Enkil ควบคุมการผลิต				
		BORING			(OFF-ON 10.00 น.)				
6-1-26		BORING			802A 1 กะ			8	
7-1-26		BORING			STOP NO ORDER	10 น.		Thom	
		BORING			ส่วนหัว 1 กะ 1 กะ	1.20 น.	316	8	
		BORING			แม่ (CHAMFER ของ 1 กะ)	10 น.			
7-1-26		BORING			STOP NO ORDER			Thom	
8-1-26		BORING			STOP NO ORDER			8	
9-1-26		BORING			STOP NO ORDER		164	8	
10-1-26		BORING			เริ่มผลิต 14.00				
		BORING			เปลี่ยน 2A และ 2B	10 น.	102	8	
13-1-26		BORING			STOP			8	
13-1-26		BORING			STOP			8	
14-1-26		BORING			STOP			Thom	
14-1-26		BORING			นำมาจาก L. 4. 1 กะ				
		BORING			18.30 น.				
		BORING			MAIN SLIDE 1 กะ	23 น.			
		BORING			เปลี่ยน 2B + 2C	20 น.	260	8	
		BORING			แม่ 1 กะ SKIRT 1 กะ	40 น.			
15-1-26		BORING			เริ่มผลิต 13.00	30 น.			
		BORING			แม่ 1 กะ FOSSET 1 กะ	15 น.	333	8	
		BORING			แม่ 1 กะ	15 น.			
		BORING			แม่ 1 กะ	15 น.			
16-1-26		BORING		30000	แม่ 1 กะ END MILL 1 กะ				
		BORING			1 กะ (END MILL 1 กะ)	15 น.	341	8	OK
		BORING			แม่ 1 กะ	15 น.			OK.
หมายเหตุ :						ผู้ช่วย / หัวหน้าแผนก	ผู้ช่วย / ผู้จัดการแผนก		

บันทึกการเปลี่ยนมีดกลึงในกระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 122F



ใบรายงานการเปลี่ยน TOOLS / ปัญหาที่พบใน LINE								
LINE NO. : 4								
รุ่นลูกสูบ : 3Z2								
วันที่	กะ	ชื่อเครื่อง / TOOLS	จำนวน	รายละเอียด	เวลาที่ใช้	ผลผลิต / กะ	ผู้เปลี่ยน	ผลก. ตรวจ
12-12-45	B			วทก		462	JS	
13-12-45	A			วทก		444	JS	
15-12-45	A			วทก (1ตัวต่อ 1ตัว)		351	JS	
15-12-45	A			วทก		450	JS	
16-12-45	B			A				
17-12-45	A			อุปกรณ์กด 16 มม.		325	JS	
18-12-45	A			วทก		767	JS	
17-12-45	A			วทก		407	JS	
3-1-46	B			STOP				
4-1-46	A			เปลี่ยนตัววาล์ว	20 นาที	302	JS	
6-1-46	B	ฉีดพ่นสาร	10936	ซ่อมวาล์วที่แตก มีดัดขึ้นกับวาล์ว	20 นาที	380	JS	OK
7-1-46	A	N.K		เปลี่ยน T67 J5	30 นาที			
		F.S.		เปลี่ยน PAPER 7 มม. x 1 นิ้ว	30 นาที	210	JS	
7-1-46	B	หัวฉีด		หัวฉีด	30 นาที	360	JS	
8-1-46		RING R1	14523	1ตัวแตก เปลี่ยนตัว นานกว่า 1 ชม.				307
		RING R2	4175	1ตัวแตก เปลี่ยนตัว นานกว่า 1 ชม.	30 นาที		JS	302
		RING R2	42	เปลี่ยนหัวฉีด 1 ตัว / 1 ตัว นานกว่า 1 ชม.	15 นาที	255	JS	OK
16-1-46	A			เปลี่ยนหัวฉีด 1 ตัว		207	JS	
16-1-46	B			วทก		400	JS	
17-1-46	A			สปริง		400	JS	
17-1-46	B			หัวฉีด 1 ตัว	30 นาที	410	JS	
20-1-46	A			วทก		426	JS	
20-1-46	B			วทก		405	JS	
21-1-46	B			วทก		460	JS	
21-1-46	B			วทก		360	JS	
21-1-46	A	หัวฉีด	5000	ครบ 5000 หัวฉีด RESET	10 นาที			OK
		หัวฉีด (SERVIS)	5001	หัวฉีดแตก เปลี่ยนหัวฉีด	15 นาที	280	JS	OK
22-1-46	B			วทก		402	JS	
23-1-46	A			A		410	JS	
24-1-46	B	หัวฉีด		หัวฉีด 1 ตัว / 1 ตัว T6 7 มม.				
24-1-46	A	F.S.		หัวฉีด 1 ตัว / 1 ตัว 5 OK		367	JS	
24-1-46	A	F.S.	4400	หัวฉีด 1 ตัว / 1 ตัว TAPER หัวฉีด	10 นาที	302	JS	
24-1-46	B	BERING	5092	หัวฉีด 1 ตัว / 1 ตัว 80	10 นาที	445	JS	
หมายเหตุ :						ผู้ช่วย / หัวหน้าแผนก	ผู้ช่วย / ผู้จัดการแผนก	

บันทึกการเปลี่ยนมีดกลึงในกระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 3Z2

ใบรายงานการเปลี่ยน TOOLS / ปัญหาที่พบใน LINE								
LINE NO. : 508T      วันถูกสุข :								
วันที่	กะ	ชื่อเครื่อง / TOOLS	จำนวน	รายละเอียด	เวลาที่ใช้	ผลผลิต / กะ	ผู้เปลี่ยน	ผลการตรวจเช็ค
27-1-46	A.			1/ท		480	BS.	
27-1-46	B	N.K.		SLIDE 3 FOR ตลับขึงไฮดรอลิก	30K.			
				นำหมักตัวใหม่		285	BS.	
25-1-46	A	FS. / OIL RING	56K	เปลี่ยนชุดใหม่ / เปลี่ยนหัวไฮดรอลิก	5 ชม		BS.	OK
				เปลี่ยน OIL RING / เปลี่ยนหัวไฮดรอลิก	4 ชม	175	BS.	
28-1-46	B	OIL RING		SET ใหม่ TOYOTA จาก MT	4 ชม	225	BS.	OK
29-1-46	A	หัวไฮดรอลิก		เปลี่ยน SLIDE 13 ทดแทนใหม่	20 ชม			
				(เปลี่ยนใหม่)		360.	BS.	OK
29-1-03	B	oil ring	9,600	สอทนทัก (12/10/15)	10 ชม			OK
		หัวไฮดรอลิก	9,500	CENTER DRILL ทัก	5 ชม	245	BS.	
30-1-03	A			นำ		401	BS.	
30-1-03	B	หัวไฮดรอลิก		นำใหม่	30 ชม			
	B	F.S.		นำ TAPER	10 ชม			
31-1-03	A			STOP 8:50 นำใหม่ 6.11		01	BS.	
หมายเหตุ :						ผู้ช่วย / หัวหน้าแผนก	ผู้ช่วย / ผู้จัดการแผนก	

บันทึกการเปลี่ยนมีดกลึงในกระบวนการกลึงลูกสูบรุ่น 508T

**ใบการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ**

ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเรื่องบุคคล, วัสดุ, สภาพแวดล้อม, วิธีการ, เครื่องจักร หรือ ระบบการวัดต้องบันทึก

การบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นจะช่วยให้กำหนดแนวทางการการแก้ไขได้ถูกต้องและมีลักษณะที่ไม่ปกติปรากฏขึ้นที่แผนภูมิควบคุม

วันที่	เวลา	ชื่อสังเกต	วันที่	เวลา	ชื่อสังเกต
6-1-46	12.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
7-1-46	13.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
12-1-46	14.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
15-1-46	14.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
16-1-46	11.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
18-1-46	16.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
19-1-46	14.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
17-1-46	18.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
21-1-46	16.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
23-1-46	14.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			
25-1-46	14.00	ปรับตั้งเครื่องวัดความดัน			

บันทึกการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการของลูกสูบรุ่น 2L

### ใบการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ

ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงบุคคล, วัสดุ, สภาพแวดล้อม, วิธีการ, เครื่องจักร หรือ ระบบการวัดต้องบันทึก  
 การบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นจะช่วยให้กำหนดแนวทางการแก้ไขได้ถูกต้องเมื่อมีลักษณะที่ไม่ปกติปรากฏขึ้นที่แผนปฏิบัติการคุม

วันที่ เวลา	ข้อสังเกต	วันที่ เวลา	ข้อสังเกต
-------------	-----------	-------------	-----------

7-1-46	10.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		
8-1-46	16.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		
10-1-46	10.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		
14-1-46	09.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		
16-1-46	10.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		
18-1-46	16.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		
19-1-46	1.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		
20-1-46	12.00	เปลี่ยนสีของ Profile Paper ใช้สีอื่น ๆ แทน.		

บันทึกการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการของลูกสูบลุ่น 5L

**ใบการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ**

ดำเนินการเปลี่ยนแปลงเรื่องบุคคล, วัสดุ, สภาพแวดล้อม, วิธีการ, เครื่องจักร หรือ ระบบการวัดต้องบันทึก

การบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างที่เกิดขึ้นจะช่วยให้กำหนดแนวทางการแก้ไขได้ถูกต้องเมื่อมีลักษณะที่ไม่ปกติปรากฏขึ้นในแผนภูมิควบคุม

วันที่	เวลา	ข้อสังเกต	วันที่	เวลา	ข้อสังเกต
7-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
8-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
9-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
10-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
11-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
12-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
13-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
14-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
15-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
16-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
17-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
18-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
19-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
20-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
21-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
22-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
23-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
24-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
25-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
26-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
27-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
28-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
29-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			
30-1-48	12.00 น.	ปริมาณของ วัสดุ ผลิตขึ้น ๑ / ชม.			

บันทึกการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการของลูกสูบลูก 122F

ใบการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ			
<p>ดำเนินการเปลี่ยนแปลงบุคคล, วัสดุ, สภาพแวดล้อม, วิธีการ, เครื่องจักร หรือ ระบบการจัดตั้งที่ก</p> <p>การบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นจะช่วยให้กำหนดแนวทางการแก้ไขได้ถูกต้องเมื่อมีลักษณะที่ไม่ปกติปรากฏขึ้นที่แผนภูมิควบคุม</p>			
วันที่	เวลา	ข้อสังเกต	ข้อสังเกต
16-1-46	14.10 น.	มีใบตรวจ process Data sheet 1 sheet	
21-1-46	10.00 น.	มีใบตรวจ process Data sheet 1 sheet	
22-1-46	12.05 น.	มีใบตรวจ process Data sheet 1 sheet	
23-1-46	8.00 น.	มีใบตรวจ process Data sheet 1 sheet	
27-1-46	14.00 น.	มีใบตรวจ process Data sheet 1 sheet	
28-1-46	10.00 น.	มีใบตรวจ process Data sheet 1 sheet	

บันทึกการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการของลูกสุบรุ่น 3ZZ





## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอาร์กย์ แยกสูงเนิน เกิดวันที่ 18 เมษายน พ.ศ.2510 ที่อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมาเป็นบุตรของ นายสุวรรณ และ นางสุภาพ แยกสูงเนิน เป็นบุตรคนที่ห้าจากพี่น้องทั้งหมดเจ็ดคนเป็นหญิง ห้า คน และ ชาย สองคน

### ประวัติการศึกษา

1. สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขา ช่างเทคนิคเครื่องกล จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ในปีพ.ศ. 2532
2. ระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปี พ.ศ.2535

เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2542

### ประสบการณ์ในการทำงาน

1. ตำแหน่งวิศวกรด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต บริษัท ซีเกท ประเทศไทย 5 ปีครึ่ง
2. ตำแหน่งวิศวกรด้านการพัฒนาระบบคุณภาพบริษัทผู้ส่งมอบชิ้นส่วนรถยนต์ บริษัท ฟอร์ด แอนด์ มาสด้า ประเทศไทย 1 ปีครึ่ง
3. ผู้ตรวจประเมินระบบบริหารคุณภาพ QS-9000 และ ISO9001: 2000 บริษัท ลอยด์รียส์เตอร์ ประเทศไทย 1 ปีครึ่ง
4. ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งผู้จัดการด้านการจัดซื้อและพัฒนาระบบคุณภาพบริษัทผู้ส่งมอบชิ้นส่วนรถยนต์ บริษัท จอห์นสัน คอนโทรล อิงค์