เอกสารอ้างอิง

1. Subramaniam, A., Natural Rubber' in Rubber Technology 3rd Edition, Maurice Morton ed., Van Nostrand Reinhold, New York, Ch. 6 (1987).

2. Long, H., Engineering Properties of Elastomers in Basic Compounding and Processing of Rubber, Lancaster Press, Pennsylvania, Ch. 1, 1985.

3. S.-S. Choi, C. Nah, B. W. Jo, Polym. Int., 52, 1382, 2003.

4. Hashim, A.S., Rubber Chem. Technol., 71, 289, 1998

5. Choi, S.-S., Nah, C., Lee, S.G. and Joo, C.W., Effect of Filler-Filler Interaction on Rheological Behaviour of Natural Rubber Compounds Filled with Both Carbon Black and Silica, Polym. Int., **52**, 23-28 (2002).

6. Okel, T.A. and Waddell, W.H., Silica Properties/Rubber Performance Correlation. Carbon Black-Filled Rubber Compounds, Rubber Chem. Technol., **67**, 217-236 (1994).

4. N. Rattanasom, T. Saowapark, C. Deeprasertkul, J. Polym. test, 2007, 26, 369-377.

8. Wang M.J., Effect of Polymer-Filler and Filler-Filler Interaction on Dynamic Properties of Filled Vulcanizates. Rubber Chem. Technol., **71**, 521-589 (1998).

9. Gibala, D., Laohapisitpanich, K., Thomas, D. and Hamed, G. R., Rubber Chem. Technol., **69**,

10. CENI JACOB, De, P.P, Bhowmick, A.K. and De, S.K., J. Appl. Polym. Sci., **82**, 3304, 2001.

11. Thavamani, P. and Bhowmick A.K., Plast. Rubb. Compos. Process. Appl., **20**, 239, 1993.

12. Sipahi-Saglam, E., Kaynak, C., Akovali, G., Yetmez, M. and Akkas N., Polym Eng Sci, **41**, 514, 2001.

13. Klingensmith, W. and Baranwal, K., Rubber World, **218**, 41, 1998.

14. Sonnier, R., Leroy, E., Clerc, L., Bergeret, A. and Lopez-Cuesta J.M., Polym. Testing, **26**, 274, 2007.

15. Shuyan, L., Johanna, L. and Kalle, H., J. Appl. Polym. Sci., **97**, 208, 2005.

16. Seung-Cheol, H. and Min-Hyeon, H., J. Appl. Polym. Sci., **85**, 2491, 2002.

ภาคผนวก

ตารางที่ A1 สมบัติต่าง ๆ ของยางธรรมชาติเมื่อแปรสัดส่วนของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ 4Q

สมบัติ	**สัดส่วนของ CB/4Q**					
	50/0	40/10	30/20	20/30	10/40	0/50
ความหนืดมูนนี่ (ML 1+4, 100°ซ)	67.4 ± 0.7	51.7± 0.1	38.2 ± 0.1	35.3 ± 0.2	32.1± 0.5	20.0 ± 0.1
ความแข็ง (Shore A)	66.9 ± 0.8	60.7 ± 0.6	56.9 ± 0.8	53.1 ± 0.8	50.4 ± 0.3	48.2 ± 0.3
ความทนต่อการฉีกขาด (N/mm)	200 ± 12	162 ± 12	140 ± 11	109 ± 8	78 ± 6	61 ± 5
การสูญเสียจากการขัดสี (mm^3)	104 ± 4	145 ± 3	176 ± 5	204 ± 13	234 ± 9	264 ± 12
การเสียรูปจากแรงกด (%)	58.1 ± 2.8	57.4 ± 0.5	56.9 ± 0.3	54.9± 1.0	52.8 ± 1.6	50.8 ± 0.5
ขนาดของรอยแตก (เมื่อถูกพับงอจำนวน 20k รอบ)	14.5 ± 0.8	13.5 ± 0.5	12.3 ± 1.0	11.7 ± 0.6	11.6 ± 1.3	8.8 ± 1.0
สมบัติการดึงยืดก่อนการบ่มเร่ง						
300% โมดูลัส (MPa)	15.3 ± 0.1	12.5 ± 0.4	8.7 ± 0.3	6.1 ± 0.3	4.2 ± 0.1	2.5 ± 0.1
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	524 ± 21	561 ± 14	595 ± 11	617 ± 11	651 ± 19	682 ± 26
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	29.4 ± 0.7	29.0 ± 1.3	27.4 ± 0.8	25.6 ± 1.3	23.7 ± 1.3	21.3 ± 1.9
สมบัติการดึงยืดหลังการบ่มเร่งที่ 100 °ซ, 22 ชม.						
300% โมดูลัส (MPa)	18.9 ± 0.7	15.0 ± 0.8	10.7 ± 0.8	7.4 ± 0.9	5.0 ± 0.2	3.2 ± 0.1
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	457 ± 26	474 ± 28	526 ± 27	551 ± 30	576 ± 26	605 ± 11
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	28.0 ± 1.2	26.9 ± 1.3	26.3 ± 1.2	24.6 ± 0.3	22.3 ± 1.3	19.8 ± 1.3

ตารางที่ A2 สมบัติต่าง ๆ ของยางธรรมชาติเมื่อแปรสัดส่วนของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ HF

สมบัติ	**สัดส่วนของ CB/HF**					
	50/0	40/10	30/20	20/30	10/40	0/50
ความหนืดมูนนี่ (ML 1+4, 100°ซ)	67.4 ± 0.7	50.1 ± 0.7	40.8 ± 0.5	37.0 ± 0.2	33.4 ± 0.3	24.0 ± 0.2
ความแข็ง (Shore A)	66.9 ± 0.8	58.2 ± 0.6	54.9 ± 0.6	50.7 ± 0.4	48.1 ± 0.5	46.0 ± 0.5
ความทนต่อการฉีกขาด (N/mm)	200 ± 12	171 ± 11	156 ± 10	136 ± 8	119 ± 13	81 ± 7
การสูญเสียจากการขัดสี (mm^3)	104 ± 4	135 ± 13	162 ± 16	199 ± 7	228 ± 12	243 ± 12
การเสียรูปจากแรงกด (%)	58.1 ± 2.8	58.2 ± 0.6	57.4 ± 0.5	56.5 ± 0.4	54.1 ± 0.6	53.1 ± 0.8
ขนาดของรอยแตก (เมื่อถูกพับงอจำนวน 20k รอบ)	14.5 ± 0.8	12.0 ± 0.9	11.6 ± 0.9	9.9 ± 0.3	9.3 ± 0.8	6.6 ± 0.6
สมบัติการดึงยืดก่อนการบ่มเร่ง						
300% โมดูลัส (MPa)	15.3 ± 0.1	13.5 ± 0.4	9.6 ± 1.2	6.9 ± 0.5	5.0 ± 0.3	2.8 ± 0.1
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	524 ± 21	557 ± 19	599 ± 19	623 ± 13	655 ± 11	696 ± 31
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	29.4 ± 0.7	28.7 ± 0.9	28.3 ± 0.7	26.3 ± 1.2	24.5 ± 1.5	23.2 ± 0.6
สมบัติการดึงยืดหลังการบ่มเร่งที่ 100 °ซ, 22 ชม.						
300% โมดูลัส (MPa)	18.9 ± 0.7	15.8 ± 0.8	11.7 ± 0.5	7.8 ± 0.5	5.1 ± 0.1	3.3 ± 0.1
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	457 ± 26	476 ± 15	517 ± 24	551 ± 32	590 ± 19	635 ± 17
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	28.0 ± 1.2	26.5 ± 1.1	25.8 ± 1.6	23.9 ± 1.8	22.7 ± 1.5	21 ± 1.1

ตารางที่ A3 สมบัติต่าง ๆ ของยางธรรมชาติเมื่อแปรสัดส่วนของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ SC

สมบัติ	**สัดส่วนของ CB/SC**					
	50/0	40/10	30/20	20/30	10/40	0/50
ความหนืดมูนนี่ (ML 1+4, 100°ซ)	67.4 ± 0.7	56.6 ± 0.2	44.9 ± 0.1	40.7 ± 0.2	35.0 ± 0.0	30.3 ± 0.1
ความแข็ง (Shore A)	66.9 ± 0.8	63.3 ± 0.5	59.9 ± 0.7	56.5 ± 0.3	53.9 ± 0.4	50.7 ± 0.4
ความทนต่อการฉีกขาด (N/mm)	200 ± 12	159 ± 8	133 ± 12	97 ± 8	70 ± 3	62 ± 7
การสูญเสียจากการขัดสี (mm^3)	104 ± 4	127 ± 4	143 ± 7	160 ± 5	180 ± 6	188 ± 5
การเสียรูปจากแรงกด (%)	58.1 ± 2.8	59.1 ± 0.7	60.2 ± 4.7	61.1 ± 0.7	61.9 ± 1.4	62.0 ± 4.2
ขนาดของรอยแตก (เมื่อถูกพับงอจำนวน 20k รอบ)	14.5 ± 0.8	14.5 ± 0.9	15.1 ± 0.3	14.3 ± 0.5	13.7 ± 1.5	11.3 ± 1.2
สมบัติการดึงยืดก่อนการบ่มเร่ง						
300% โมดูลัส (MPa)	15.3 ± 0.1	11.9 ± 0.7	9.5 ± 0.8	6.1 ± 0.4	4.3 ± 0.1	3.3 ± 0.1
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	524 ± 21	565 ± 25	588 ± 13	621 ± 29	640 ± 12	675 ± 14
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	29.4 ± 0.7	28.8 ± 0.5	28.5 ± 0.2	27.7 ± 1.7	25.4 ± 0.8	23.5 ± 0.8
สมบัติการดึงยืดหลังการบ่มเร่งที่ 100 °ซ, 22 ชม.						
300% โมดูลัส (MPa)	18.9 ± 0.7	14.8 ± 0.5	10.2 ± 0.9	7.8 ± 0.9	6.5 ± 0.5	4.4 ± 0.1
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	457 ± 26	497 ± 22	534 ± 28	559 ± 20	579 ± 25	622 ± 15
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	28.0 ± 1.2	26.8 ± 1.1	26.5 ± 0.7	24.6 ± 2.0	23.3 ± 1.3	22 ± 0.5

ตารางที่ A4 สมบัติต่าง ๆ ของยางธรรมชาติเมื่อแปรสัดส่วนของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ HC

สมบัติ	**สัดส่วนของ CB/HC**					
	50/0	40/10	30/20	20/30	10/40	0/50
ความหนืดมูนนี่ (ML 1+4, 100°ซ)	67.4 ± 0.7	55.0 ± 0.2	45.6 ± 0.4	39.3 ± 0.1	35.1 ± 0.1	31.4 ± 0.2
ความแข็ง (Shore A)	66.9 ± 0.8	63.9 ± 0.7	60.2 ± 0.4	58.9 ± 0.7	57.0 ± 0.4	54.5 ± 0.3
ความทนต่อการฉีกขาด (N/mm)	200 ± 12	166 ± 15	140 ± 13	112 ± 7	84 ± 16	79 ± 6
การสูญเสียจากการขัดสี (mm^3)	104 ± 4	119 ± 6	132 ± 8	137 ± 7	145 ± 4	152 ± 8
การเสียรูปจากแรงกด (%)	58.1 ± 2.8	61.5 ± 1.6	62.6 ± 4.6	65.1 ± 1.1	66.4 ± 1.3	69.6 ± 4.2
ขนาดของรอยแตก (เมื่อถูกพับงอจำนวน 20k รอบ)	14.5 ± 0.8	12.8 ± 0.3	12.8 ± 0.8	12.1 ± 1.0	11.0 ± 1.0	8.3 ± 0.6
สมบัติการดึงยืดก่อนการบ่มเร่ง						
300% โมดูลัส (MPa)	15.3 ± 0.1	12.9 ± 0.6	10.4 ± 0.3	8.7 ± 0.3	7.6 ± 0.3	7.1 ± 0.2
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	524 ± 21	540 ± 15	556 ± 23	576 ± 18	598 ± 20	615 ± 12
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	29.4 ± 0.7	30.5 ± 0.6	29.9 ± 0.5	29.6 ± 0.5	28.9 ± 1.1	25.6 ± 1.1
สมบัติการดึงยืดหลังการบ่มเร่งที่ 100 °ซ, 22 ชม.						
300% โมดูลัส (MPa)	18.9 ± 0.7	14.8 ± 0.9	12.8 ± 1.3	12.5 ± 0.6	10.8 ± 0.4	9.6 ± 0.4
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	457 ± 26	480 ± 28	516 ± 17	550 ± 31	563 ± 23	570 ± 20
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	28.0 ± 1.2	27.3 ± 1.1	27.3 ± 1.1	27.3 ± 1.6	27.3 ± 1.6	25.0 ± 1.9

ตารางที่ A5 สมบัติต่าง ๆ ของยางธรรมชาติเมื่อแปรสัดส่วนของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและทัลคัม

สมบัติ	**สัดส่วนของ CB/TC**					
	50/0	40/10	30/20	20/30	10/40	0/50
ความหนืดมูนนี่ (ML 1+4, 100°ซ)	67.4 ± 0.7	54.4 ± 0.1	45.9 ± 0.1	39.3 ± 0.2	34.5 ± 0.5	22.0 ± 0.1
ความแข็ง (Shore A)	66.9 ± 0.8	62.8 ± 0.4	60.5 ± 0.6	57.6 ± 0.3	55.6 ± 0.3	53.5 ± 0.3
ความทนต่อการฉีกขาด (N/mm)	200 ± 12	155 ± 14	113 ± 8	77 ± 6	61 ± 3	49 ± 7
การสูญเสียจากการขัดสี (mm^3)	104 ± 4	136 ± 8	152 ± 20	169 ± 15	185 ± 12	203 ± 18
การเสียรูปจากแรงกด (%)	58.1 ± 2.8	56.4 ± 1.7	58.2 ± 1.7	61.6 ± 1.8	61.9 ± 3.1	63.0 ± 6.4
ขนาดของรอยแตก (เมื่อถูกพับงอจำนวน 20k รอบ)	14.5 ± 0.8	13.3 ± 0.7	12.9 ± 0.4	12.5 ± 0.8	12.4 ± 1.1	10.7 ± 0.3
สมบัติการดึงยืดก่อนการบ่มเร่ง						
300% โมดูลัส (MPa)	15.3 ± 0.33	11.6 ± 0.4	8.3 ± 0.3	7.2 ± 0.1	5.2 ± 0.1	4.3 ± 0.1
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	524 ± 21	559 ± 10	575 ± 12	594 ± 28	621 ± 19	644 ± 20
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	29.4 ± 0.7	29.5 ± 0.4	28.4 ± 0.9	27.5 ± 1.4	26.7 ± 1.5	23.8 ± 1.9
สมบัติการดึงยืดหลังการบ่มเร่งที่ 100 °ซ, 22 ชม.						
300% โมดูลัส (MPa)	18.9 ± 0.1.4	14.1 ± 0.3	11.6 ± 0.4	7.9 ± 0.2	6.2 ± 0.2	5.3 ± 0.2
ระยะยืด ณ จุดขาด (%)	457 ± 26	520 ± 20	535 ± 18	558 ± 27	591 ± 32	615 ± 25
แรงดึงที่จุดขาด (MPa)	29.4 ± 0.7	29.5 ± 0.4	28.4 ± 0.9	27.5 ± 1.4	26.7 ± 1.5	23.8 ± 1.9

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ P.1 เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการและกิจกรรมที่ทำจริง

เดือนที่	กิจกรรมที่เสนอในโครงการ	กิจกรรมที่ทำจริง
1-2	- ค้นคว้าข้อมูล และ จัดหาอุปกรณ์ วัสดุ สารเคมี - วิเคราะห์ขนาดของอนุภาคของสารตัวเติม ที่ใช้ในการทดลอง	- ค้นคว้าข้อมูล และ จัดหาอุปกรณ์ วัสดุ สารเคมี - วิเคราะห์ขนาดของอนุภาคของสารตัวเติม (4Q และ HF) ที่ใช้ในการทดลอง
3 และ 5	- เตรียมยางคอมพาวด์ที่แปรชนิดและปริมาณของสารตัวเติมผสม แล้วหาความหนืดมูนนี่ และ cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ	- เตรียมยางคอมพาวด์ที่แปรปริมาณของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ 4Q แล้วหาความหนืดมูนนี่ และ cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ
3-6	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดไม่เสริมแรง - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดกึ่งเสริมแรง - รายงาน 6 เดือน	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ 4Q - เตรียมยางคอมพาวด์ที่แปรปริมาณของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ HF แล้วหาความหนืดมูนนี่ และ cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ HF (บางส่วน)
7-11	- เตรียมยางคอมพาวด์ที่แปรชนิดและปริมาณของสารตัวเติมผสม แล้วหาความหนืดมูนนี่ และ cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ - วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของสารตัวเติมผสม (เขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต) และสมบัติต่าง ๆ ของยางคงรูป ด้วย SEM - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ soft clay (SC) - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ hard clay (HC)	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและและ HF (บางส่วน) - รายงาน 6 เดือน - เตรียมยางคอมพาวด์ที่แปรปริมาณของสารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและเคลย์ (soft clay; SC และ hard clay; HC) แล้วหาความหนืดมูนนี่ และ cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ SC - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ HC - เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ $CaCO_3$ ด้วย SEM (แต่ไม่ได้วิเคราะห์เพราะเครื่อง SEM เสีย)

ตารางที่ P.1 เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการและกิจกรรมที่ทำจริง (ต่อ)

เดือนที่	กิจกรรมที่เสนอในโครงการ	กิจกรรมที่ทำจริง
12	- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของสารตัวเติมผสม (เขม่าดำและเคลย์) และสมบัติต่าง ๆ ของยางคงรูป - เตรียมยางคอมพาวด์ที่แปรชนิดและปริมาณของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและทัลคัม (TC) แล้วหาความหนืดมูนนี่ และ cure characteristics - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC (บางส่วน) - คำนวณต้นทุนของสูตร - รายงาน 12 เดือน	- วิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและเคลย์ ด้วย SEM และศึกษษความสัมพันธ์กับสมบัติต่าง ๆ ของยางคงรูป - เตรียมยางคอมพาวด์ที่แปรปริมาณของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและทัลคัม (TC) แล้วหาความหนืดมูนนี่ และ cure characteristics - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC (บางส่วน) - รายงาน 12 เดือน
13-15	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC (บางส่วน) - เตรียมยางคอมพาวด์ที่ใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ให้มีความแข็งใกล้เคียงกัน แล้วหา cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ - วิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC ด้วย SEM - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน (บางส่วน)	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC (บางส่วน) - วิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC ด้วย SEM - เตรียมยางคอมพาวด์ที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ให้มีความแข็งใกล้เคียงกันแล้วหา cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ

ตารางที่ P.1 เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการและกิจกรรมที่ทำจริง (ต่อ)

เดือนที่	กิจกรรมที่เสนอในโครงการ	กิจกรรมที่ทำจริง
16-18	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน (บางส่วน) - คำนวณต้นทุนของสูตร - จัดทำร่างรายงานฉบับสมบูรณ์	- วิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ $CaCO_3$ (4Q และ HF) ด้วย SEM (เตรียมตัวอย่างใหม่) - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน - คำนวณต้นทุนของยางคอมพาวด์ที่ใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ที่มีความแข็งใกล้เคียงกัน
19-20.5	(ขออนุมัติขยายเวลา)	- เตรียมยางคอมพาวด์สำหรับสูตรที่ต้องทำการทดลองซ้ำ แล้วหา cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติสำหรับสูตรที่ต้องทำการทดลองซ้ำ - ศึกษาการกระจายตัวของยางสูตรที่ใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน ด้วย SEM - ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ P.1 เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการและกิจกรรมที่ทำจริง (ต่อ)

เดือนที่	กิจกรรมที่เสนอในโครงการ	กิจกรรมที่ทำจริง
16-18	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน (บางส่วน) - คำนวณต้นทุนของสูตร - จัดทำร่างรายงานฉบับสมบูรณ์	- วิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ $CaCO_3$ (4Q และ HF) ด้วย SEM (เตรียมตัวอย่างใหม่) - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน - คำนวณต้นทุนของยางคอมพาวด์ที่ใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ที่มีความแข็งใกล้เคียงกัน
19-20.5	(ขออนุมัติขยายเวลา)	- เตรียมยางคอมพาวด์สำหรับสูตรที่ต้องทำการทดลองซ้ำ แล้วหา cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติสำหรับสูตรที่ต้องทำการทดลองซ้ำ - ศึกษาการกระจายตัวของยางสูตรที่ใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน ด้วย SEM - ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ P.2 เปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน และและที่ได้จริง (ต่อ)

เดือนที่	Output **กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน**	**ผลสำเร็จ (%)**	**สาเหตุของความล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) และการดำเนินการแก้ไข**
13-15	- ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC (บางส่วน) - วิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ TC ด้วย SEM - เตรียมยางคอมพาวด์ที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ให้มีความแข็งใกล้เคียงกัน แล้วหา cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ	100%	-
16-18	- วิเคราะห์การกระจายตัวของสารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและ $CaCO_3$ (4Q และ HF) ด้วย SEM (เตรียมตัวอย่างใหม่) - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ใช้สารตัวเติมผสม ระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน - คำนวณต้นทุนของยางคอมพาวด์ที่ใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ที่มีความแข็งใกล้เคียงกัน	100%	-
19-20.5	- เตรียมยางคอมพาวด์สำหรับสูตรที่ต้องทำการทดลองซ้ำ แล้วหา cure characteristics ของยางคอมพาวด์ และขึ้นรูปชิ้นทดสอบ - ทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติสำหรับสูตรที่ต้องทำการทดลองซ้ำ - ศึกษาการกระจายตัวของยางสูตรที่ใช้สารตัวเติมผสมระหว่างเขม่าดำและสารตัวเติมอื่นๆ ซึ่งมีความแข็งใกล้เคียงกัน ด้วยเครื่อง SEM - ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์	100%	-

<u>ตอบข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยขนาดกลาง เรื่องยางพารา (Medium Projects on Rubber; MPR) ปี 2550</u>

1. บทคัดย่ออ่านแล้วยังไม่ค่อยชัดเจน ควรปรับให้อ่านเข้าใจง่ายกว่านี้ ซึ่งบทคัดย่อควรเขียนสรุปย่อเรื่องทั้งหมดจากเรื่องเต็ม ซึ่งจะครอบคลุม บทนำ วิธีการทดลอง ผลรทดลองและสรุป วิจารณ์ผลการทดลอง เมื่ออ่านบทคัดย่อแล้ว ควรจะเข้าใจโดยสมบูรณ์ว่า ผลงานที่ทำเป็นอย่างไร และจะนำไปใช้ระโยชน์ หรือต่อยอดอย่างไร

<u>ตอบ</u> ได้ปรับบทคัดย่อตามคำแนะนำ

2. ควรเขียนผลการทดสอบสมบัติเพิ่มเติมเป็นตาราง จะเห็นชัดกว่าการรายงานเป็นกราฟ เพื่อจะได้นำสูตรที่ได้ไปใช้ประโยชน์จริง

<u>ตอบ</u> การแสดงผลเป็นตารางไม่สามารถเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ของสารตัวเติมทุกชนิดและที่ทุกสัดส่วนของสารตัวเติมผสมไว้ในตารางเดียวกันได้ ดังนั้นในส่วนของผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองยังคงแสดงเป็นกราฟ แต่ได้เพิ่มผลของการทดลองในรูปตารางไว้ในส่วนของภาคผนวก หน้าที่ 36-40 (ทั้งนี้ยกเว้นข้อมูลในส่วนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง storage modulus (G) และ strain amplitude ซึ่งทดสอบด้วยเครื่อง Rubber Process Analyzer (RPA))

3. ควรสรุปสูตร สมบัติของแต่ละสารในตารางเดียวกัน จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้งานได้ทันที

<u>ตอบ</u> คำชี้แจงทำนองเดียวกับข้อ 2

4. ควรแก้ไขคำผิด และสำนวนบางแห่งที่ไม่ชัดเจน เช่น

4.1 หน้าที่ 2 บรรทัดที่ 9 “และจะไม่ทำสมบัติเชิงกลด้อยลงมาก”

<u>ตอบ</u> ได้แก้ไขเป็น “และจะไม่ทำให้สมบัติเชิงกลด้อยลงมาก”

4.2 หน้าที่ 2 บรรทัดที่ 19 “มีโครงสร้างเป็นที่ประกอบด้วยซิลิเกต”

<u>ตอบ</u> ได้แก้ไขเป็น “มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยซิลิเกต”

4.3 หน้าที่ 11 บรรทัดที่ 16 “ได้แสดงไว้ในถัดไป”

<u>ตอบ</u> ได้แก้ไขเป็น “ได้แสดงไว้ในหน้าถัดไป”

4.4 หน้าที่ 11 บรรทัดสุดท้าย "เมื่อเติมยางที่เติม 4Q…"
<u>ตอบ</u> ได้แก้ไขเป็น "ยางที่เติม 4Q…"

4.5 รายงาน รูปที่ 14 และ 15 ในหน้าที่ 22 ควรสลับกัน เพื่อให้รูปที่ 14 ต่อเนื่องกับรูปที่ 16
<u>ตอบ</u> ในรายงานยังคงลำดับที่ของรูปไว้เช่นเดิมเพื่อให้สอดคล้องกับลำดับของการวิจารณ์ผลการทดลอง

4.6 ผลสรุปหน้าที่ 34 บรรทัดสุดท้าย "ทำให้ …?"
<u>ตอบ</u> ได้แก้ไขโดยตัดข้อความดังกล่าวทิ้งไป

Data sheets ของ วัตถุดิบ

บริษัท ควอลิตี้ มิเนอรัล จำกัด (มหาชน)
QUALITY MINERALS PUBLIC COMPANY LIMITED

9/13-17 Yamphaholyothin Rd., Jatujak, Jatujak, Bangkok 10900. THAILAND
Tel : (662)618-4700 Fax : (662)618-4701 E-mail address : mungkorn@qmin.co.th

SK.

Certificate No.: AJA02/4687
THAILAND
มอก. 403-2532
TIS. 403-2532

CERTIFICATE OF ANALYSIS

CALCIUM CARBONATE

TO : บริษัท เอส. เค. โพลีเมอร์ จำกัด

Grade : 4Q

Lot No. : 090701

Delivery Date : 17/09/2007

Quantity : 10.000 ตัน

ANALYSIS ITEM	UNIT	SPECIFICATION	RESULT	TEST METHOD
BRIGHTNESS (DRY POWDER)	-	97.00 (min)	98.56	SPECTROPHOTOMETER
MOISTURE CONTENT	%	0.20 (max)	0.17	INFARED RAYS
DOP ABSORPTION	g/100g	36.00 (max)	35.21	ASTM D281-84
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION				LASER LIGHT
MEDIAN SIZE (d50)	micron	2.8 ± 0.50	2.860	
TOP CUT (d97)	micron	15 (max)	12.380	

CERTIFIED BY : CHALIN

QC.TECHNICIAN

QUALITY MINERALS CO., LTD.
QC - PASSED
QUALITY CONTROL

บริษัท เคมลู้บอินเตอร์เทรด คอร์ปอเรชั่น จำกัด
CHEM-LUBE INTERTRADE CORP., LTD.
69/13 SOI PRACHA-U-TIS 13, MOO 8, PRACHA-U-TIS ROAD., RATBURANA, BANGKOK 10140 THAILAND
TEL: (662) 428-3178, 428-6794 FAX: (662) 873-1118-9 E-MAIL: cllcorp@truemail.co.th

SK.

CERTIFICATE OF QUALITY

PRODUCT : HI-FILL S (HF)
DATE : 13/03/2007
QUANTITY : 60,000 KGS.
ORDER RE : CHEM/2007/022
LOT NO : 49/02

PROPERTIES ANALYSIS

Whiteness (%)	: 98.5
$CaCO_3$	: 97.5
Residue on Mesh Sieve (%)	: 0.20
Oil Absorbtion (M1/100g)	: 31
Moisture (%)	: 0.13
PH	: 8.5

CHEMIST

CHINA CLAY (soft clay) (SC)

TYPICAL PHYSICAL PROPERTIES	
PHYSICAL FORM	POWDER
DRY BRIGHTNESS	80.6 Min.
RESIDUE ON 325 MESH ,(%)	0.03 Max.
MOISTURE CONTENT,(%)	0.50 Max.
DOP ABSORPTION, (g./100 g.)	40 ± 5
ABRASIVENESS, (mg.)	800 Max.
PH, (10 % SOLID)	4 - 6

TYPICAL CHEMICAL PROPERTIES	
SiO_2 (%)	65 - 67
Al_2O_3 (%)	17 - 20
Fe_2O_3 (%)	1.00 Max.
CaO (%)	0.1 – 0.2
MgO	1.0 – 1.5
K_2O	3 – 4
Na_2O	2 – 3
TiO_2	0.10

PACKING : 25/500 KG. IN BAG./JUMBO

หจก. กิจไพบูลย์เคมี
[illegible] 3
[illegible] 10120
[illegible] Fax: (662) 683-6254

HARD CLAY FK89 (HC)

TYPICAL PHYSICAL PROPERTIES

Brightness	80 - 82
Screen Residue 325 mesh	0.5
Moisture	0.2
pH	5.0 - 7.0
Specific Gravity	2.58

CHEMICAL ANALYSIS

Alumina	39.5 ± 1%
Silica	44.5 ± 1%
Iron	1.0 ± 3%
Calcium	0.25 ± 0.25%
Copper	none
Manganese	none
Loss on Ignition	14 ± 5%

หจก. กิจไพบูลย์เคมี
2529/1-2 ตรอกนอกเขต ถ.พระราม 3
แขวงบางโคล่ เขตบางคอแหลม กรุงเทพฯ 10120
โทร (662) 683-6236 (AUTO) Fax (662) 683-625

Packing : 25 kilos per bag

Maker : Thiele Kaolin Company USA.

CERTIFICATE OF ANALYSIS

FM-QC-008/00

Date : 9/06/08 Report no. 08/099

Product name : TALCUM 1250 TALCUM 1250 (TC)

Lot. No. : 15103003

Manufacturing date : 17/3/08

Expired date : 17/03/10

Packiang : 20 kg./Bag.

Quantity : 50 x 20 Kg.(1000 Kg.)

ANALYSIS

Testing item	Unit	Standard	Result 15103003
APPEARANCE		WHITE POWDER	WHITE POWDER
DRY WHITENESS		93 MIN.	94.88
DOP ABSORPTION	cc./100g	45 - 55	49.0
RESIDUE ON 325 MESH	%	0.01 MAX.	0.003
MOISTURE CONTENT	%	0.1 MAX	0.10
pH (10% SOLUTION)	-	8 - 10	9.02

PREPARE & CHECKED BY ....

APPROVED BY ....

9 มิ.ย. 2551

#.066

FLEXSYS

FLEXSYS ANTWERP BELGIUM
HAVEN 627, SCHELDELAAN 460
ANTWERPEN B-2040 BELGIUM

Tel: 0032/3568.51.11 Fax: 0032/3568.52.90

Certificate of Analysis

e: 08 Jun 2007 Lot 2 of 8

N: ARCHIVE IANCE TECHNOCHEM CO LTD /8 MOO 6 KANCHANAPISEK RD GKHAE NUA GKHAE 60 BANGKOK ILAND	Customer Order No : RT 7052 Order Quantity : 5,000.00 KG Shipment Ref : SB125382/010 Date Of Shipment : 12 Jun 2007 Carrier Name : VOPAK LOGISTICS SERVICES Trailer No : . CONT.NBR:. Cert Distribution : COA :ARCHIVE

xsys Order Number : B126852-01 xsys Site Of Origin: Antwerp, Belgium xsys Product Code : 110722022011	For Flexsys Internal Use Only Cust Code:79100012/791006/ Spec Code:IMG ANT 002 Rev: 10 CQI Code:

xsys Trade Name : Santocure TBBS-grs-2mm
duct Form : 2mm GRANULES
nical Name : N-tert-Butyl-2-benzothiazolesulfenamide
\# : 95-31-8

csys Lot Number : 7040485
Quantity : 1,840.00 KG 92 x 20KG BAG(S)
Of Manufacture : 29 Apr 2007
Of Analysis : 29 Apr 2007

ppearance OFF-WHITE TO TAN 1-2 MM DIAMETER GRANULES

operty	Result	Unit	Specification	Method
SAY (TITRATION)	98.7	%	95.0 (MIN)	FAC90.4
LTING POINT, FINAL	109.5	°C	107.0 - 112.0	FF83.9
LTING POINT, INITIAL	109.3	°C	105.0 (MIN)	FF83.9
ISTURE	0.03	%	0.40 (MAX)	FAMP90.1
H	0.04	%	0.40 (MAX)	FGR90.9
SOLUBLE IN METHANOL (ON BINDER-FREE BASIS)				
	0.07	%	0.50 (MAX)	FGR90.7

✓ ....OK
✓ ....OK
✓ ....OK
✓ ....OK

Approved By F. Vanwijnsberghe
Quality Assurance Team Leader

lues and properties stated above are based upon tests and analyses of samples of the material. Flexsys exclusive tment with respect to such values and properties is set forth in the sales contract between your Company and Flexsys for naterial or in Flexsys acknowledgement for the above described shipment of material whichever is applicable.

prod/belmfg/cert09.mdf/us/coa/q0coatrx.p/busamfg/SB125382-20070608-12:50:57.dat

#080

LEXSYS

FLEXSYS ANTWERP BELGIUM

HAVEN 627, SCHELDELAAN 460
ANTWERPEN B-2040 BELGIUM

Tel: 0032/3568.51.11 Fax: 0032/3568.52.90

Certificate of Analysis

ate: 06 Aug 2007

TTN: ARCHIVE
ELIANCE TECHNOCHEM CO LTD
25/8 MOO 6 KANCHANAPISEK RD
ANGKHAE NUA
ANGKHAE
0160 BANGKOK
AILAND

Customer Order No	: RT 7060
Order Quantity	: 21,000.00 KG
Shipment Ref	: SB126051/010
Date Of Shipment	: 10 Aug 2007
Carrier Name	: VOPAK LOGISTICS SERVICES
Trailer No	: . CONT.NBR:.
Cert Distribution	: COA :ARCHIVE

exsys Order Number : B127400-01

exsys Site Of Origin: Antwerp, Belgium
exsys Product Code : 202630615411

For Flexsys Internal Use Only
Cust Code:79100012/791006/
Spec Code:IMG ANT 010 Rev: 11
CQI Code:

exsys Trade Name : Santoflex 6PPD-Pst-6mm
oduct Form : PASTILLES
emical Name : N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylenediamine
S # : 793-24-8

exsys Lot Number : 7070416
Quantity : 16,000.00 KG 800 x 20KG BAG(S)
te Of Manufacture : 05 Jul 2007
te Of Analysis : 05 Jul 2007

Appearance OFF-WHITE TO DARK PURPLE/BROWN PASTILLES

roperty	Result	Unit	Specification	Method
URITY (GC)	98.70	%	95.00 (MIN)	FGC97.10
EAT LOSS	0.10	%	0.50 (MAX)	FGR97.7
SH	0.00	%	0.10 (MAX)	FGR90.9

.........✓.....OK
.........✓.....OK
.........✓.....OK
6+........✓....OK

Approved By
F. Vanwijnsberghe
Quality Assurance Team Leader

alues and properties stated above are based upon tests and analyses of samples of the material. Flexsys exclusive itment with respect to such values and properties is set forth in the sales contract between your Company and Flexsys for material or in Flexsys acknowledgement for the above described shipment of material whichever is applicable.

prod/belmfg/cert09.mdf/us/coa/q0coatrx.p/busamfg/SB126051-20070806-11:17:36.dat

LEXSYS

FLEXSYS ANTWERP BELGIUM

HAVEN 627, SCHELDELAAN 460
ANTWERPEN B-2040 BELGIUM

Tel: 0032/3568.51.11 Fax: 0032/3568.52.90

Certificate of Analysis

ate: 09 Aug 2007

TTN:ARCHIVE
ELIANCE TECHNOCHEM CO LTD
25/8 MOO 6 KANCHANAPISEK RD
ANGKHAE NUA
ANGKHAE
0160 BANGKOK
HAILAND

Customer Order No	:	RT 7081
Order Quantity	:	10,000.00 KG
Shipment Ref	:	SB126775/020
Date Of Shipment	:	14 Aug 2007
Carrier Name	:	VOPAK LOGISTICS SERVICES
Trailer No	:	
Cert Distribution	:	COA :ARCHIVE

lexsys Order Number : B128846-02

lexsys Site Of Origin: Ruabon, UK
lexsys Product Code : 213330712019

For Flexsys Internal Use Only
Cust Code:79100012/791006/
Spec Code:IMG RUA 009 Rev: 03
CQI Code:

lexsys Trade Name : Flectol TMQ-pst
roduct Form : PASTILLES
hemical Name : 2,2,4-Trimethyl-1,2-dihydroquinoline, polymerized
AS # : 26780-96-1

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

exsys Lot Number : 707843
ot Quantity : 3,000.00 KG 150 x 20KG BAG(S)
ate Of Manufacture : 31 Jul 2007
ate Of Analysis : 31 Jul 2007

Appearance BROWN PASTILLES

Property	Result	Unit	Specification	Method
ALKALINITY INDEX	542	MG HCLO4/G	510 - 570	FAC97.1
SOFTENING POINT (RING AND BALL)	88.1	°C	83.0 - 93.0	FF97.6
HEAT LOSS	0.05	%	0.30 (MAX)	FGR97.7
ASH	0.04	%	0.30 (MAX)	FGR90.9
INSOLUBLE IN ETHANOL	0.000	%	0.050 (MAX)	FGR97.4

b ......✓......OK
g ......✓......OK
d ......✓......OK
r6+ ......✓......OK

Approved By
P. Wilson
Quality Chemist

P Wilson.

values and properties stated above are based upon tests and analyses of samples of the material. Flexsys exclusive nitment with respect to such values and properties is set forth in the sales contract between your Company and Flexsys for material or in Flexsys acknowledgement for the above described shipment of material whichever is applicable.