

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์	4
เชื้อเพลิงชีวมวล	17
เทคโนโลยีสะอาด	37
อุปกรณ์และวิธีการ	44
อุปกรณ์	44
วิธีการ	45
สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย	58
ผล	59
การตรวจประเมินเบื้องต้น	59
การตรวจประเมินละเอียด	76
การศึกษาความเป็นไปได้	98
วิจารณ์	112
สรุป	114
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป	117
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	118
ภาคผนวก	122
ภาคผนวก ก รายละเอียดในการออกแบบการปรับปรุงพื้นที่กองไม้	123
ภาคผนวก ข รายละเอียดในการออกแบบการปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล	128

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค รายละเอียดในการออกแบบการสร้างแอ่งรับไม้หน้าเครื่องสับไม้ของ แผนกสับย่อยไม้	131
ภาคผนวก ง การคำนวณค่าใช้จ่ายในการคิบไม้ลงหน้าเครื่องสับไม้	140
ภาคผนวก จ ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๒๔ (พ.ศ. ๒๕๔๗) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยทั่วไป	142
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	145

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงส่วนประกอบของถ่านหินทั้ง 4 ประเภทที่ได้จากการวิเคราะห์โดยประมาณ	11
2	แสดงแสดงส่วนประกอบของถ่านหินทั้ง 4 ประเภทที่ได้จากการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย	12
3	แสดงศักยภาพชีวมวลของประเทศไทยปี พ.ศ.2545	18
4	แสดงองค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดต่าง ๆ	20
5	แสดงค่าความหนาแน่นและค่าความร้อนของชีวมวลชนิดต่าง ๆ	21
6	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดต่าง ๆ	22
7	ค่า Enthalpy of Formation (H_f) ที่ความดัน 1 บรรยากาศสัมบูรณ์, อุณหภูมิ 25°C	25
8	แสดงศักยภาพของเชื้อเพลิงชีวมวล 4 อันดับแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	27
9	แสดงศักยภาพของเชื้อเพลิงชีวมวล 4 อันดับแรกในภาคกลาง	28
10	แสดงศักยภาพของเชื้อเพลิงชีวมวล 4 อันดับแรกในภาคเหนือ	29
11	แสดงศักยภาพของเชื้อเพลิงชีวมวล 4 อันดับแรกในภาคตะวันออก	29
12	แสดงชนิดและการกระจายตัวของเชื้อเพลิงชีวมวลในภาคใต้	30
13	แสดงโอกาสในการลดการสูญเสียเมื่อเทียบกับปริมาณการสูญเสียรวม	53
14	แสดงโอกาสที่ประหยัดได้	54
15	ตัวอย่างตารางลำดับความสำคัญจากการให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด	55
16	แสดงราคาของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดเมื่อเทียบกับค่าความร้อน	59
17	แสดงการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิดทดแทนการใช้ถ่านหิน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยราคาคิดจากราคาถ่านหินโดยเทียบเป็นราคาเป็นบาทต่อค่าความร้อนเป็นกิโลแคลอรี (บาทต่อกิโลแคลอรี)	60
18	แสดงลำดับความสำคัญจากการให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด	75
19	แสดงปริมาณรับเข้า ปริมาณสูญเสีย และมูลค่าความสูญเสียของเชื้อเพลิงชีวมวล	77
20	แสดงปริมาณและมูลค่าการสูญเสียเชื้อเพลิงชีวมวลในปีพ.ศ. 2548 จำแนกตามพื้นที่	78
21	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของเทคโนโลยีสะอาดบริเวณพื้นที่กองไม้	90
22	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของเทคโนโลยีสะอาดกระบวนการสับย่อยไม้	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของเทคโนโลยีสะอาดบริเวณทุ่งจัดเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล	92
24	แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของปึกไม้และปลายไม้ตามระยะเวลาการจัดเก็บ	94
25	แสดงข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดโดยแบ่งเป็นข้อเสนอที่สามารถดำเนินการได้เลยและข้อเสนอที่ต้องนำไปทำการศึกษาความเป็นไปได้ก่อน	96
26	สรุปผลการตรวจประเมินแหล่งกำเนิดและสาเหตุการเกิดของเสีย	97
27	แสดงผลทางด้านเศรษฐศาสตร์และผลการลดของเสียที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการเทคโนโลยีสะอาด	108

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวอย่างวัตถุดิบเนื้อปูน เช่น หินปูน (Limestone)	5
2	ตัวอย่างวัตถุดิบเนื้อดิน เช่น หินดินดาน (Shale)	5
3	ตัวอย่างสารเติมแต่ง เช่น ยิปซัม (Gypsum)	5
4	แสดงตัวอย่างวัตถุดิบปรับคุณภาพ	6
5	ขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์	7
6	เชื้อเพลิงทดแทนที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์	13
7	แสดงวัฏจักรของเชื้อเพลิงชีวมวล	33
8	แสดงชีวมวลตลอดวงจรที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า	34
9	กังปาล์ม (ก่อนสับย่อย)	35
10	กังปาล์ม (หลังสับย่อย)	35
11	ไม้ยางพารา (ก่อนสับย่อย)	35
12	ไม้ยางพารา (หลังสับย่อย)	35
13	ขั้นตอนการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด	38
14	สาเหตุการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต	39
15	องค์ประกอบสำคัญในการวิเคราะห์หาสาเหตุและหาวิธีป้องกันแก้ไขโดยเทคโนโลยีสะอาด	40
16	แสดงสารป้อนเข้าและสารออกจากหม้อเผาของโรงงานปูนซีเมนต์	61
17	แผนภาพแสดงการจัดการชีวมวลภายในโรงงานปูนซีเมนต์แห่งหนึ่ง	62
18	แสดงมลพิษที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ในการจัดการเชื้อเพลิงชีวมวล	63
19	พื้นที่กองไม้	64
20	ไม้ที่จัดกระจายออกนอกกองกีดขวางเส้นทางระบายน้ำ	65
21	ไม้ที่จัดกระจายออกนอกกองกีดขวางเส้นทางระบายน้ำ	66
22	ไม้ที่อยู่ด้านล่างมีน้ำท่วมขัง	66
23	เส้นทางเดินรถมีไม้ระเกะระกะและมีน้ำท่วมขัง	67
24	กองไม้บนพื้นดินไม้ด้านล่างมีเศษหินปะปนอยู่	67
25	เครื่องสับย่อยไม้ให้มีขนาดเล็ก	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	ไม้ที่หลุดออกมาจากเครื่องในขั้นตอนการสับไม้	69
27	ยู้งชีวมวลมีเสายะเป็นปัญหาต่อการขนย้าย	70
28	น้ำท่วมขังบริเวณยู้งชีวมวลและชีวมวลล้นออกนอกยู้ง	71
29	ฝุ่นจากการเทชีวมวลลงในยู้ง	71
30	แผนที่แสดงเส้นทางการขนส่งและพื้นที่ในการจัดเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล	73
31	แสดงรถขนปึกไม้จากพื้นที่จัดเก็บของโรงงาน	74
32	แสดงรถขนไม้สับจากเครื่องสับไปยู้ง	74
33	สมดุลมวลสารพื้นที่กองไม้	76
34	สมดุลมวลสารกระบวนการสับย่อยไม้	76
35	สมดุลมวลสารยู้งจัดเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล	77
36	ชีวมวลขนาดเล็กที่หลุดออกจากกระบวนการสับย่อยไม้	78
37	ปึกไม้และปลายไม้ที่กระจัดกระจายออกนอกพื้นที่ตกลงในทางระบายน้ำรอบพื้นที่กองไม้	79
38	ชีวมวลขนาดเล็กที่กระจัดกระจายออกนอกยู้งตกลงในทางระบายน้ำรอบยู้ง	79
39	การวิเคราะห์หาสาเหตุจาก 5 แหล่งสำหรับพื้นที่กองไม้	81
40	วิธีป้องกัน/แก้ไข โดยการใช้เทคโนโลยีสะอาดสำหรับพื้นที่กองไม้	82
41	การวิเคราะห์หาสาเหตุจาก 5 แหล่งสำหรับกระบวนการสับย่อยไม้	84
42	วิธีป้องกัน/แก้ไข โดยการใช้เทคโนโลยีสะอาดสำหรับกระบวนการสับย่อยไม้	85
43	การวิเคราะห์หาสาเหตุจาก 5 แหล่งสำหรับยู้งจัดเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล	87
44	วิธีป้องกัน/แก้ไข โดยการใช้เทคโนโลยีสะอาดสำหรับยู้งจัดเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล	88
45	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของไม้ที่จัดเก็บบริเวณพื้นที่กองไม้ตามระยะเวลาจัดเก็บ	95
46	แสดงแผนภาพการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการเทคอนกรีตพื้นที่กองไม้	100
47	แสดงแผนภาพการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการเทหินคลุกบดอัดพื้นที่กองไม้	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
48	แสดงแผนภาพการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการสร้างแอ่งรับน้ำหน้าเครื่องสับไม้	103
49	แสดงแผนภาพการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการเทคอนกรีตพื้นยังจัดเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล	105
ภาพผนวกที่		
ก1	ภาพตัดขวางการเทคอนกรีตพื้นที่กองไม้	124
ก2	ภาพตัดขวางการเทหินคลุกบดอัดพื้นที่กองไม้	126
ข1	ภาพตัดขวางการเทคอนกรีตพื้นที่กองไม้	129
ค1	ขนาดของแอ่งรับน้ำ	135
ค2	ภาพหน้าตัดแอ่งรับน้ำด้านกว้าง	135
ค3	แสดงโครงสร้างรองรับสายพาน	136
ค4	แสดงโครงสร้างรองรับสายพาน	137
ค5	แปลนโครงเหล็กรองรับสายพาน	138
ค6	แสดงฐานรองรับโครงเหล็กรองรับสายพาน	139

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

TJ	=	เทระจูล
MT	=	เมกะตัน
MW	=	เมกะวัตต์
MJ/kg	=	เมกะจูลต่อกิโลกรัม
kg	=	กิโลกรัม
°C	=	องศาเซลเซียส
°F	=	องศาฟาเรนไฮต์
g/kW	=	กรัมต่อกิโลวัตต์
kg/m ³	=	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ASTM	=	American Society For Testing and Materials
LHV	=	Low Heating Value
HHV	=	High Heating Value
UNEP	=	United Nations Environment Programme
NPV	=	Net Present Value
IRR	=	Internal Rate of Return
PM10	=	Total Suspended Particulate
TSP	=	Particulate Matter diameter less than 10 µm
WBCSD	=	World Business Council for Sustainable Development