

## การออกแบบห้องรมควันเพื่อแก้ไขปัญหาไฟไหม้โรงรมควันยางพารา

ปรีดีเปรม ทศนกุล

นักวิทยาศาสตร์ 8

ศูนย์บริการทดสอบรับรองภาคใต้

ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย

จากปัญหาเดิม ๆ ที่มักได้ยื่นกันบ่อยครั้งและสร้างความเสียหายอันยิ่งใหญ่ให้กับผู้ผลิตยางแผ่นรมควันคือไฟไหม้โรงรมควัน สาเหตุหลักจากการออกแบบเตาเผาและไม่ได้ควบคุมการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจนเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำและซ้ำอีก ไฟไหม้ที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเฉพาะห้องรมควันเท่านั้นแต่จะลุกลามไปยังส่วนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ทั้งอาคาร อุปกรณ์ เครื่องจักร บ้านพักคนงาน รวมทั้งทรัพย์สินมีค่าอื่น ๆ ถ้าลุกลามมากก็อาจไหม้ยังบริเวณชุมชนใกล้เคียง จากสภาพยางที่โดนความร้อนสูงจนกลายเป็นของเหลว และเมื่อมีสะเก็ดไฟมากกระทบจึงเกิดการลุกไหม้ขึ้น หรือเป็นไปได้ที่ยางเหลวแล้วไหลไปตามท่อนำความร้อนระเหยกลายเป็นไอจนถึงจุดวาบไฟก็เกิดลุกไหม้ทันที ขณะเดียวกันภายในห้องใกล้เคียงที่รมอยู่เมื่อได้รับความร้อนรุนแรงจากการลุกไหม้จากห้องต้นเพลิงนี้ก็จะลุกลามขยายต่อ ๆ ไปทั่วทั้งโรง ควันไฟจากการเผาไหม้เป็นควันดำหนาที่บจากการสันดาปของยางซึ่งมีโครงสร้างเป็นสารไฮโดรคาร์บอนชนิดที่ไม่อิ่มตัวและยากต่อการควบคุม เอกสารฉบับนี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการออกแบบโรงรมควัน เตาเผา รวมทั้งท่อนำความร้อนเพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการรายใหม่ที่กำลังจะสร้างโรงรมควันหรือให้ผู้ผลิตยางแผ่นรมควันได้ตระหนักถึงความสำคัญวิธีการออกแบบโรงรมควันยางที่ถูกต้องวิธี

### โรงรมควัน

โรงรมควันยางนับว่าเป็นส่วนสำคัญในการผลิตยางแผ่นรมควัน การออกแบบเตาเผาและห้องรมควันที่ดีจะสามารถผลิตยางแผ่นรมควันที่มีคุณภาพดีได้ โดยเฉพาะขนาดของห้องรมควันจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณยางแผ่นดิบที่จะทำการรมควันในแต่ละครั้งซึ่งมีขนาดความจุตั้งแต่ 1.5 ตัน จนถึง 30 ตัน ส่วนระยะเวลาในการรมควันจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของยางแผ่นดิบ ความหนาบางของแผ่นยาง การควบคุมอุณหภูมิในห้องรมควัน ขนาดและความสดของไม้ฟืน การไหลเวียนอากาศ เป็นต้น (ปรีดีเปรม, 2553) และจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อสร้างว่ามีความคุ้มค่าต่อการใช้งานได้มากน้อยเพียงไร

### เตารมควัน

โดยทั่วไปเตารมควันที่ก่อสร้างในยุคแรก ๆ มักจะสร้างเตารมควันทำเป็นอุโมงค์ดินที่อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นหรือทำเตาระดับพื้นแล้วยกตัวโรงให้สูงขึ้นคนงานต้องแบกยางตามราวบันไดขึ้นไปห้องรม ส่วนของเตามีไว้เพื่อเป็นส่วนเผาไม้ของไม้ฟืนให้เกิดความร้อนและส่งควันไหลไปตามท่อเข้าไปในห้องรมควัน ซึ่งมีข้อดีคือค่า

ดำเนินการก่อสร้างต่ำ การกระจายความร้อนดี แต่ข้อเสียคือหากควบคุมความร้อนไม่ดี และการออกแบบในส่วนดักสะเก็ดไฟไม่ดีพอมักเกิดไฟไหม้ในห้องรมควันสร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินเป็นจำนวนมากอีกทั้งมีการปล่อยควันจากการรมควันทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ต่อมาได้มีการพัฒนาเตารมควันอุโมงค์ก่ออิฐและต่อท่อนำความร้อนเข้าไปในห้องรมควัน และมีการพัฒนาเรื่อยมาให้นำควันกลับมาใช้ใหม่ซึ่งมีข้อดีคือสามารถนำควันและความร้อนกลับมาใช้ใหม่ เป็นการลดปริมาณไม้ฟืน และมีส่วนที่ดักสะเก็ดไฟทำให้ยากที่จะเล็ดลอดเข้าไปในห้องรมควัน แต่ข้อเสียคือต้องใช้พลังงานไฟฟ้า หากไม่มีไฟฟ้าใช้จะไม่สามารถรมควันได้และค่าดำเนินการก่อสร้างที่สูงขึ้น มีค่าบริหารจัดการมาก เตารมควันชนิดนี้หากปริมาณการรมควันแต่ละครั้งน้อยกว่า ๒ ตันจะไม่คุ้มกับค่าดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งจะเหมาะกับการรมควันห้องละไม่น้อยกว่า ๓ ตันขึ้นไป เตารมควันอีกแบบที่เรียกเตาเผาชีวมวล เป็นการนำชีวมวลเพื่อนำมาป้อนเป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้ฟืนที่ราคาสูงกว่า เช่น ทะลายปาล์ม เปลือกปาล์ม แต่อาจไม่เหมาะสม เพราะควันของวัสดุประเภทนี้จะมีพวกน้ำมันไปเคลือบผิวยางได้ทำให้สมบัติทางกายภาพของยางด้อยลงไปหรือสับไม้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ลำเลียงด้วยการขับเคลื่อนของกะบะหรือสกรู แต่การบรรทุกลำเลียงอาจเป็นปัญหาที่ไม่สะดวกมากนัก จำเป็นต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นและการเผาไหม้เศษไม้ชิ้นเล็ก ๆ ย่อมใช้เวลาสั้นกว่าเป็นการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ รวมทั้งปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้นมากกว่าและต้องใช้วิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โรงรมชนิดนี้จึงมีต้นทุนค่าดำเนินการ บริหารจัดการและพลังงานไฟฟ้าสูงกว่าชนิดอื่น ๆ และไม่คุ้มค่ากับการผลิตส่วนคุณภาพยางที่ได้มักเกิดฟองอากาศ มีเขม่าควันเคลือบแผ่นยาง ส่วนมากแล้วยางที่ผลิตไม่สามารถจัดเป็นยางแผ่นรมควันชั้นดีได้

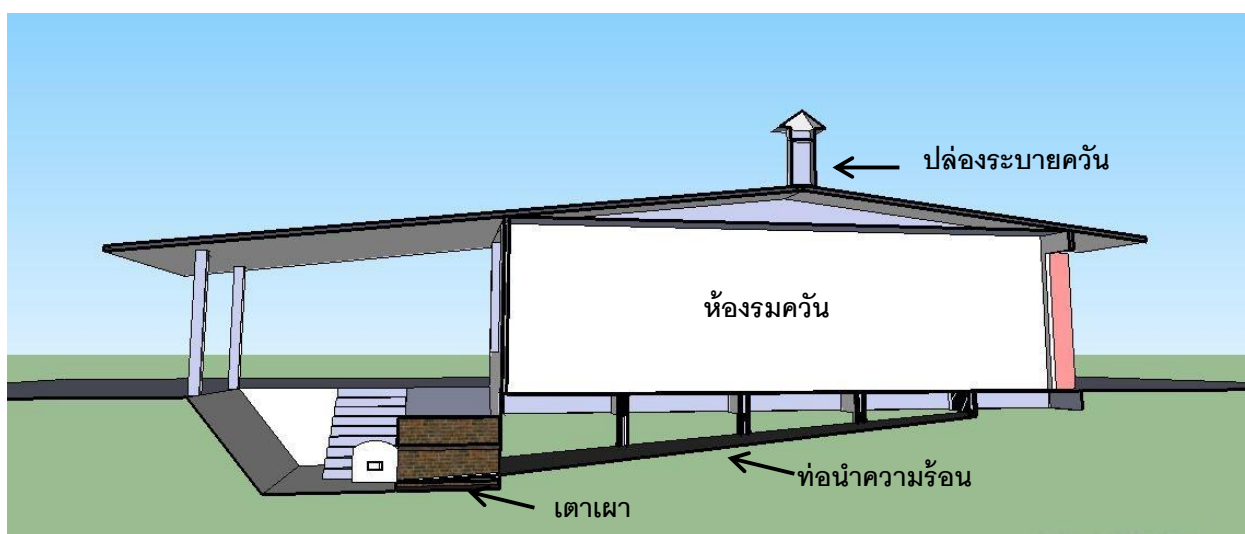
### 1. เตารมควันแบบอุโมงค์

เตาเผาแบบอุโมงค์ ใช้ระบบหมุนเวียนอากาศร้อนตามธรรมชาติ มวลอากาศร้อนที่เบาบางกว่าจะไหลขึ้นด้านบน เตาชนิดนี้จะทำการก่อสร้างโดยขุดดินลงใต้ระดับพื้นระนาบหรือใต้ห้องรม เมื่อเตาอยู่ระดับต่ำกว่า ความร้อนจากการเผาไหม้จะสามารถเคลื่อนที่ไปตามท่อนำความร้อนได้ง่าย พื้นของเตาจะทำแนวลาดชันขึ้นเล็กน้อยประมาณ  $15^{\circ}$  เพื่อให้สะดวกต่อการไหลของอากาศร้อน และจะต้องก่อสร้างโดยใช้อิฐทนไฟฉาบด้วยปูนเพื่อกันทนต่อความร้อนและกันความร้อนรั่วไหล มีประตูปิดเปิดด้านเดียว มีช่องสำหรับปรับการลุกไหม้ของฟืนติดอยู่ที่ประตู

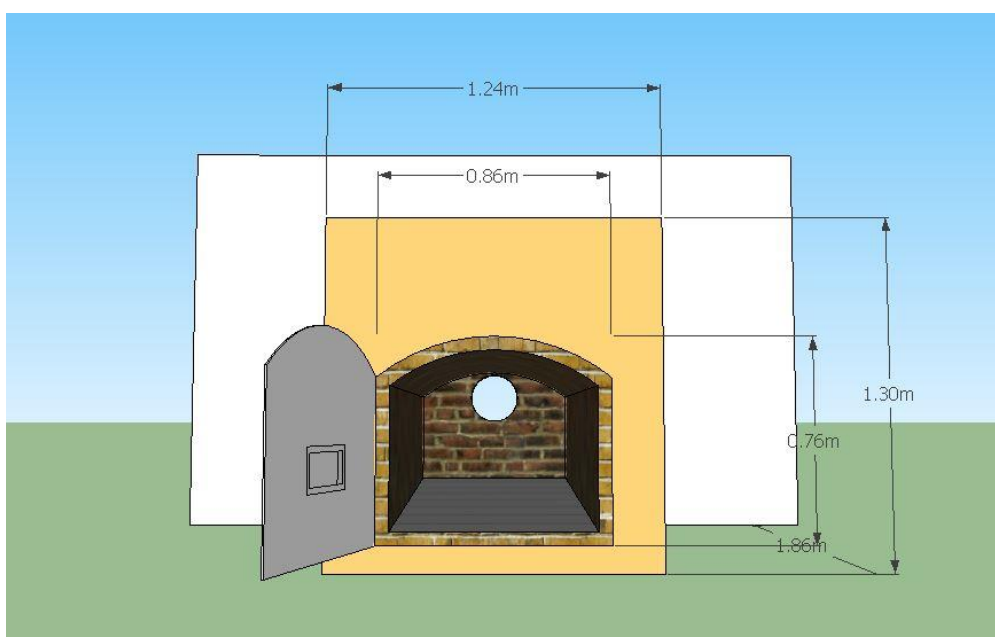
โรงรมควันชนิดเตาเผาแบบอุโมงค์มีส่วนประกอบสำคัญ 5 ส่วน ได้แก่

- 1.1 เตาเผา ก่ออิฐและฉาบปูนเป็นลักษณะคล้ายอุโมงค์เพื่อใช้เป็นส่วนเผาไหม้ไม้ฟืนให้เกิดความร้อนและควัน
- 1.2 ส่วนที่ดักสะเก็ดไฟ เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเตาเผา จะทำเป็นผนังกันทำมุมประมาณ  $45^{\circ}$  ทั้งสองด้านเพื่อดักสะเก็ดไฟไม่ให้ผ่านไปยังท่อนำความร้อน

- 1.3 ท่อนำความร้อน เป็นส่วนที่จุดเป็นร่องเข้าไปต่อจากส่วนที่ตักสะเก็ดไฟไปยังบริเวณใต้ห้องรมควัน โดยส่วนที่เป็นร่องจะก่ออิฐฉาบปูนเพื่อป้องกันการพังทลายของดินหรือจะใช้ท่อปูนก็ได้ และส่วนที่เป็นร่องหรือท่อความร้อนนี้ จะต้องมีย่อหรือช่องเปิดให้ควันและความร้อนผ่านเข้าสู่ห้องรมได้ โดยให้ความความลาดชันจากหน้าเตาไปยังท้ายเตาหรือหน้าห้องรมควันประมาณ  $15^\circ$
- 1.4 ห้องรมควัน ใช้บรรจุยางภายในห้องและใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ ทำให้แผ่นยางแห้ง
- 1.5 ปล่องระบายควัน ใช้สำหรับควบคุมปริมาณความชื้นและความร้อนภายในห้องรมควัน โดยครอบจากบริเวณบานปิด เปิด ตรงฝ้าเพดานที่แต่ละจุดห่างกัน 3 เมตร รวบเป็นท่อสูงเหนือสันจั่วของหลังคา มีกระโجمกันน้ำฝนและ ใช้บานปิดเปิด (ปีกผีเสื้อ) เพื่อปล่อยหรือกักความร้อน



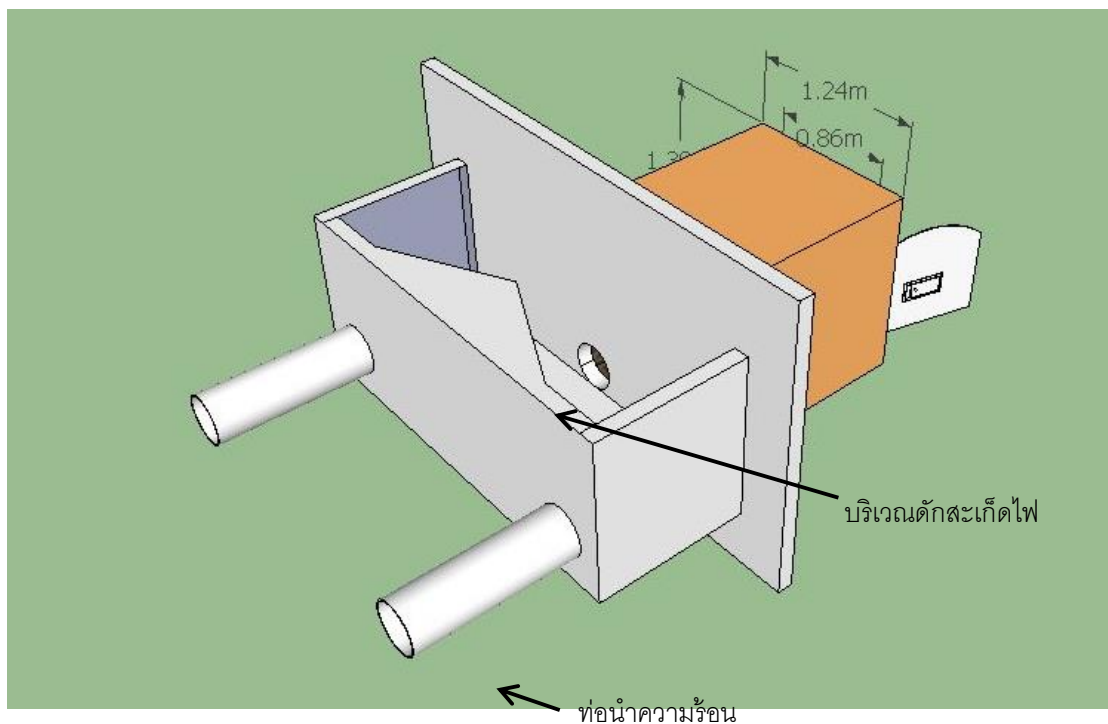
ภาพที่ 1 โรงรมควันด้านข้าง ภาพแบบทั่วไป



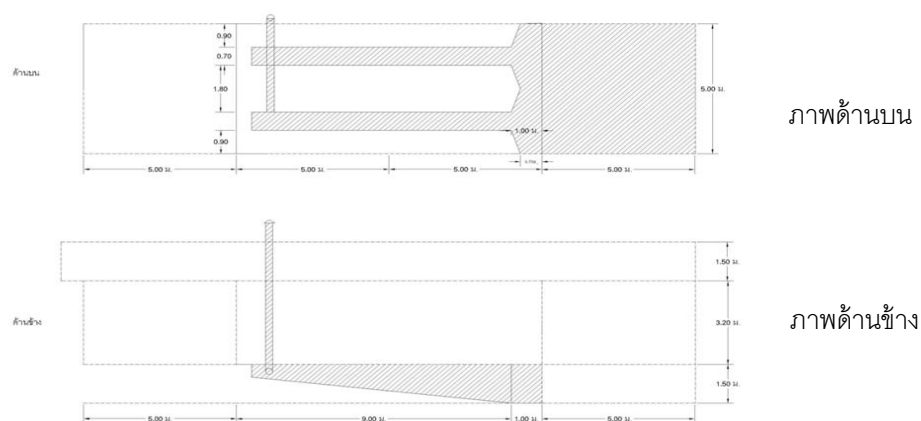
ภาพที่ 2 เตาดเผา

เตาดเผาจะต้องสร้างให้พื้นมีความลาดชันจากหน้าเตาไปยังท้ายเตา ตัวเตาควรสร้างด้วยอิฐทนความร้อน และให้ช่องปล่อยควันอยู่ที่ระดับความสูง  $\frac{3}{4}$  ของความสูงหลังเตาเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการพาความร้อนไปยังท่อนำความร้อนได้ดี โดยมีประตูเปิดทำหน้าที่ควบคุมการสูญเสียความร้อน

**ข้อควรระวัง** ในการใส่ฟืน ห้ามโยนไม้ฟืนเข้ากองไฟเนื่องจากจะเกิดสะเก็ดไฟปะทุที่รุนแรงและเป็นสาเหตุให้สะเก็ดไฟไปสัมผัสกับยางที่อยู่ในห้องรมควันเกิดไฟไหม้ได้

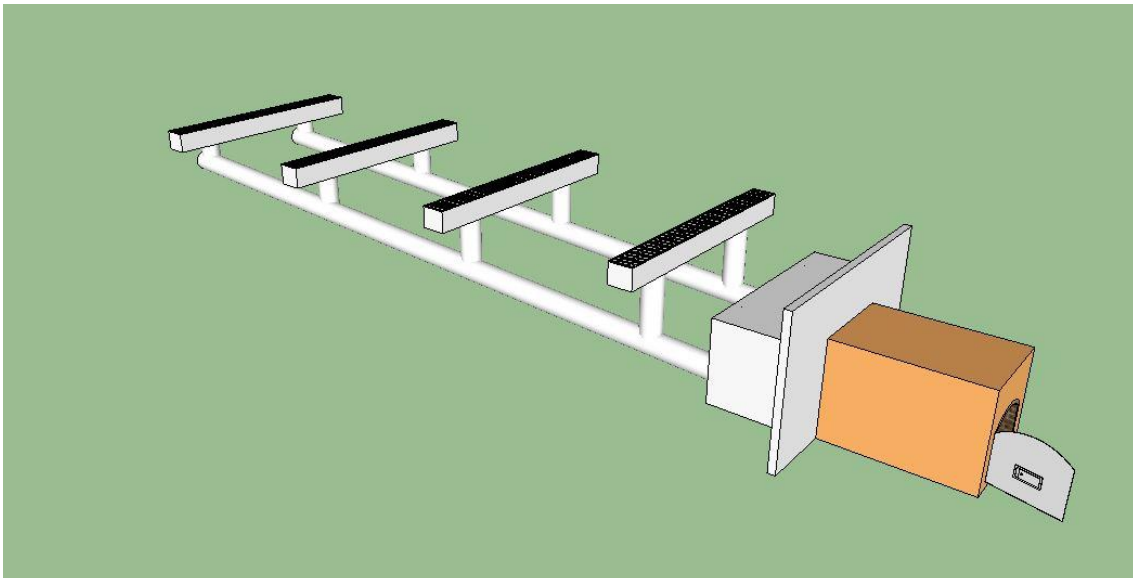
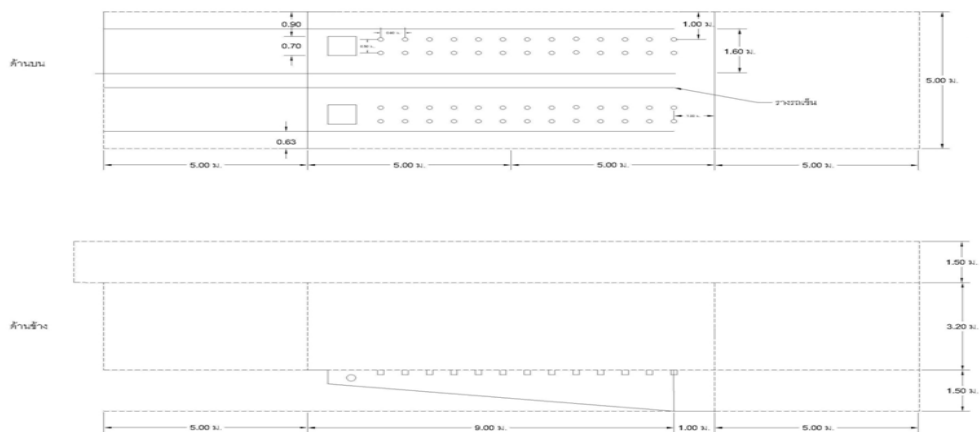


ภาพที่ 3 บริเวณดักสะเก็ดไฟ



ภาพที่ 4 แสดงร่องและท่อความร้อน

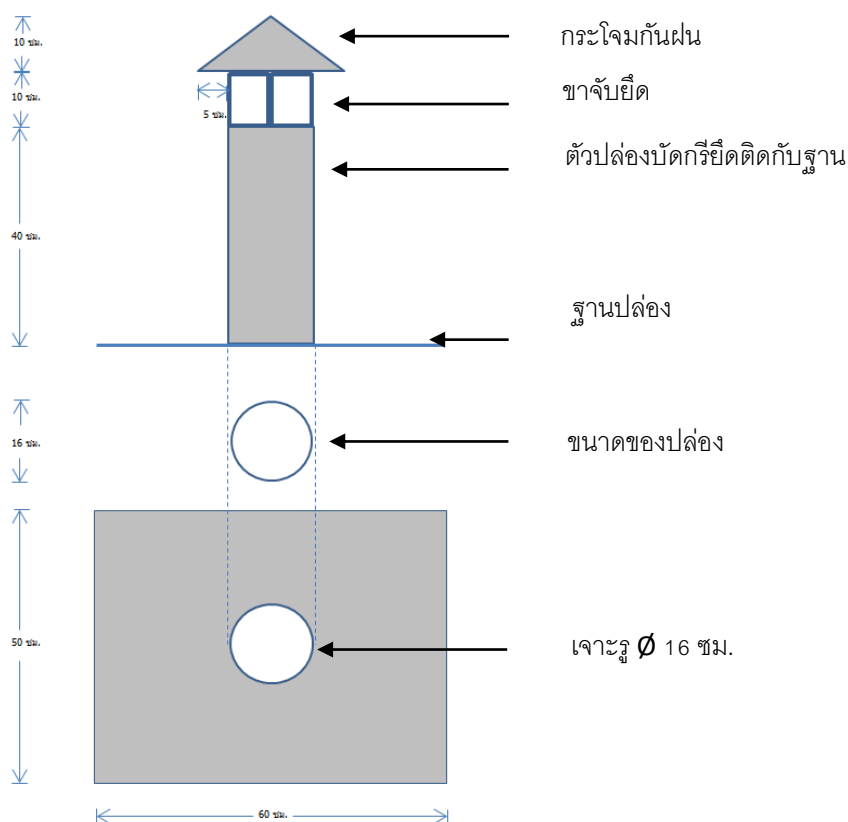
ตามภาพที่ 4 เป็นภาพด้านบนและด้านข้างของเตาแบบอุโมงค์ ซึ่งได้พัฒนาการใช้เตาเผาเพียงเตาเดียว แต่เพิ่มพื้นที่การรมควันให้ได้มากขึ้นโดยแยกส่วนของท่อความร้อนออกเป็น 2 ส่วน ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงและสามารถรมยางได้ปริมาณมากขึ้น โดยทำชุดดักสะเก็ดไฟไม่ให้เข้าไปในห้องรมควันเป็นการป้องกันไฟไหม้โรงรมยาง



ภาพที่ 5 แสดงร่องหรือท่อปล่อยควันให้เข้าไปในห้องรม

การออกแบบร่องความร้อนหรือท่อปล่อยควันที่ที่จะต้องเริ่มขนาดที่เล็กก่อน (ใกล้เตาเผา) แล้วค่อย ๆ เพิ่มขนาดให้ใหญ่ขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้ความร้อนสามารถกระจายไปตามความยาวของห้องได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งในการรมควันจะใช้รอกตากวางวงคร่อมท่อปล่อยควันภายในห้องรม ควันจะผ่านแผ่นยางจากชั้นล่างไปยังชั้นบนทำให้ความชื้นของแผ่นยางลดลงเรื่อย ๆ จนยางแห้ง

ส่วนด้านหน้าจะเป็นประตูเปิดสำหรับยางเข้าออกทางเดียว ลักษณะโรงเข้าออกทางเดียวจะเป็นการรมควันโดยนำยางแผ่นเข้าไปในห้องจนเต็ม ปิดประตูแล้วทำการรมควันจนยางแห้งหากมีการรมควันและมีปริมาณยางไม่เพียงพอหรือไม่เต็มห้องจำเป็นต้องเติมยางเข้ารมทุกวัน ผลก็คือสูญเสียความร้อนและไม่สะดวกในการทำงาน ดังนั้นโรงรมควันชนิดดังกล่าวจะต้องมีห้องรมมากหรือเท่ากับวันเวลาที่ใช้ในการรม เช่น รมควัน 4 วัน ต้องมี 4 – 5 ห้อง เป็นต้น



ภาพที่ 6 ปล่องระบายควัน

ปล่องระบายควันเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แผ่นยางแห้งเร็ว ความร้อนจากห้องรมควันจะพาความชื้นที่อยู่ในแผ่นยางออกตามปล่องระบายควันโดยเฉพาะในช่วงสองวันแรกของการรมควัน ให้เปิดลิ้นปิด เปิดไว้ หลังจากนั้นให้บังคับลิ้นปิดเปิดลงครึ่งหนึ่งเพื่อกักควัน ดังนั้นการรมควันในช่วงวันที่สามให้ควบคุมอุณหภูมิไว้ไม่เกิน  $60^{\circ}\text{C}$  จนวันที่สี่ให้ปิดลิ้นบังคับแล้วควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน  $55^{\circ}$  ตลอดระยะเวลาการรมควัน

ตัวปล่องระบายควันต้องให้สูงเหนือสันจั่วของหลังคา มีกระโจมกันน้ำฝน ความสูงจากปากปล่องถึงขอบกระโจมด้านล่าง 10 ซม. มีขาจับยึด 3 ขา ทำด้วยแผ่นสังกะสีพับเป็นโครงสร้างขา ด้านล่างใช้สังกะสีแผ่นเรียบพับขนาด 50 ซม. X 60 ซม. ทำเป็นฐานยึดกับหลังคาหากเป็นโรงรมขนาดใหญ่จะต้องพิจารณาขนาดของท่อระบายให้โตขึ้นเช่นกัน

### การควบคุมปริมาณความร้อน

ต้องสามารถควบคุมความร้อนจากการเผาไหม้ไม้พินได้เป็นอย่างดีและต้องมีประตูควบคุมการไหลของอากาศ ความลาดชันของเตาเผา ความลาดชันของท่อนำความร้อน การควบคุมขนาดของท่อปล่อยควันเพื่อกระจายอุณหภูมิในห้องรมควัน รวมทั้งการออกแบบกระโจมบริเวณฝ้าเพดานให้ควันสามารถปล่อยออกสู่บรรยากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ดี ยางจะแห้งได้เร็วคุณภาพยางที่ผลิตได้จึงขึ้นกับหลายปัจจัยดังที่กล่าวมา แต่โดยส่วนใหญ่จะได้อย่างที่มีคุณภาพดีลดปัญหาการเกิดฟองอากาศ การฟุ้งอง การรมควันที่อ่อนเกินไปหรือแ่กรมมากเกินไป และที่สำคัญหากมีการควบคุมอุณหภูมิในระดับที่เหมาะสมจะไม่มีปัญหาเรื่องไฟไหม้ห้องรมควัน

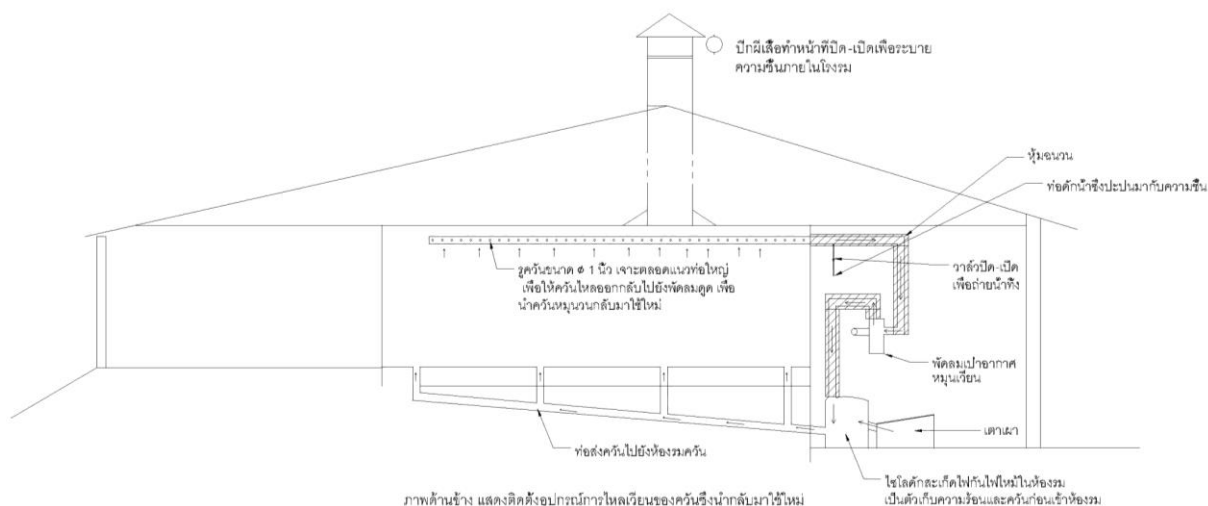
ข้อเด่นของเตาเผาชนิดนี้คือก่อสร้างได้ง่าย ราคาถูก สามารถใช้งานในพื้นที่กันดารที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าได้ เพราะใช้การหมุนเวียนอุณหภูมิของอากาศตามหลักธรรมชาติ

ข้อด้อย คือ หากออกแบบให้มีความลาดชันจากหน้าเตาไปยังท้ายเตาไม่ดีและอัตราการถ่ายเทความร้อนจากเตาและในห้องรมไม่สัมพันธ์กันก็จะเกิดการสะสมความร้อนในเตาและบริเวณหน้าเตามากกว่าปกติ ทำให้ยางในห้องรมควันแห้งช้า สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และอาจเป็นสาเหตุให้เตาแตกได้ อีกทั้งยังเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้จากการละลายของยางที่อยู่ใกล้เตาที่ร้อนจัดและเตาชนิดนี้หากออกแบบไว้ไม่ดีพอโดยเฉพาะหลังคาและการระบายน้ำก็จะเกิดความเสียหายจากการน้ำท่วมเตาซึ่งก่อสร้างอยู่ลึกลงไปต่ำกว่าระดับพื้นดิน

## 2. โรงรมควันชนิดหมุนเวียนควันนำกลับมาใช้ใหม่

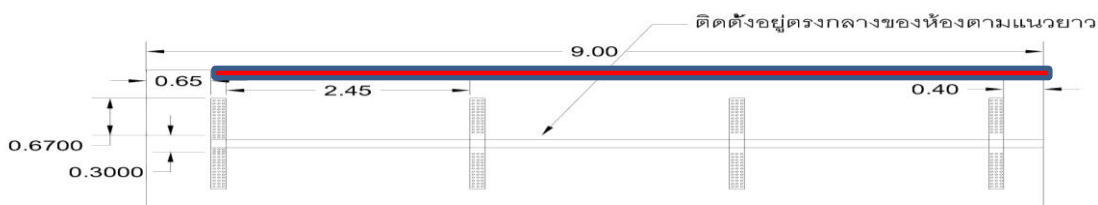
### 2.1 เตาเผาแบบอุโมงค์ชนิดหมุนเวียนควันกลับมาใช้ใหม่

เตารมควันประหยัดพลังงานชนิดนี้จะมีการเพิ่มพัดลมดูดหรือผลักอากาศเข้าไปในห้องรมในลักษณะการพาความร้อนแบบบังคับคือเป็นการนำอากาศที่ไหลผ่านแผ่นยางแล้วจะถูกดูดอากาศออกจากห้องรมแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นการช่วยในการถ่ายเทความร้อนและการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ ตามภาพที่ 7 โดยเพิ่มส่วนดักสะเก็ดไฟอยู่ด้านหลังเตาเผา และติดตั้งท่อโลหะบนเพดานห้องเพื่อนำความร้อน



ภาพที่ 7 โรงรมควันแบบอุโมงค์ชนิดหมุนเวียนควันกลับมาใช้ใหม่

และควันหลังการรมควันให้ไหลกลับมายังห้องดักสะเก็ดไฟ ตามภาพที่ 8 โดยใช้พัดลมดูดกลับ ข้อสำคัญของ เตาชนิดนี้คือต้องคำนวณอัตราหมุนเวียนอากาศให้เหมาะสมหากเข้าเกินไปอาจพุงพองจากอุณหภูมิที่สะสม หากเร็วเกินไปอาจแห้งช้าได้

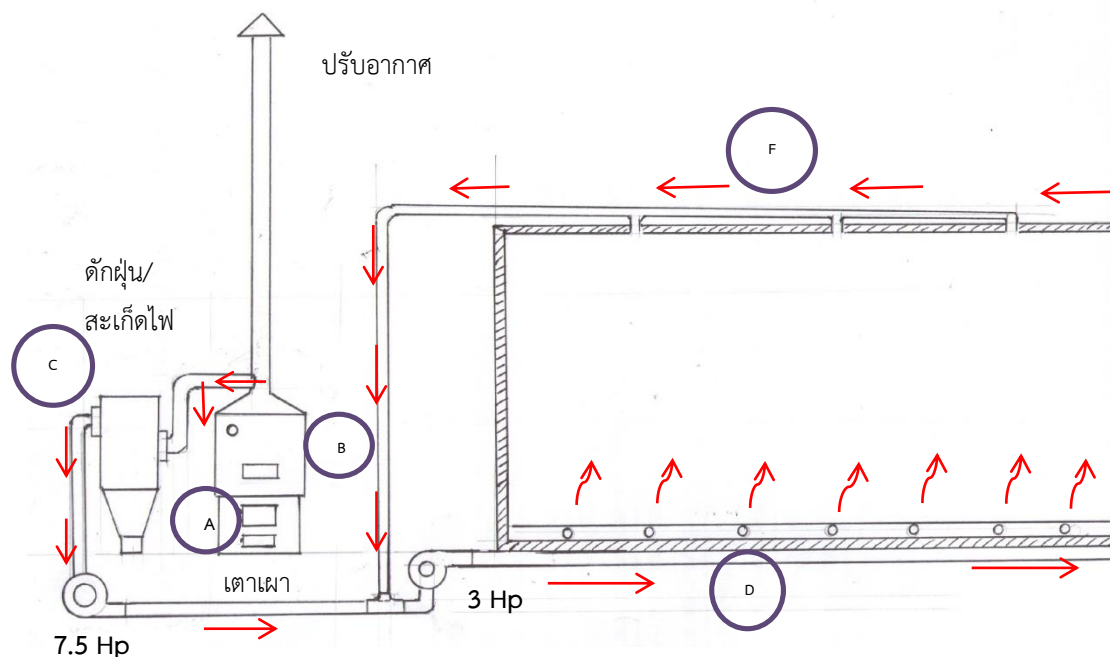


ภาพที่ 8 ภาพด้านบนแนววางท่อหมุนเวียนกลับ วางตรงกลางห้องตามความยาว

## 2.2 เตาเผาโครงเหล็กทรงตั้ง

ได้มีการพัฒนาภาพแบบห้องรมควันชนิดหมุนเวียนควันกลับมาใช้ใหม่ โดยให้เตาเผาตั้งอยู่ระนาบเดียว หรือใกล้เคียงกับระดับพื้นของห้องรมควันเพื่อลดการใช้พื้นที่ ลักษณะของชุดรมควันดังกล่าวมีการทำงานที่ คล้ายกัน ต่างกันที่การวางชุดเตาเผาที่มีการวางแบบแนวตั้งและแนวนอน



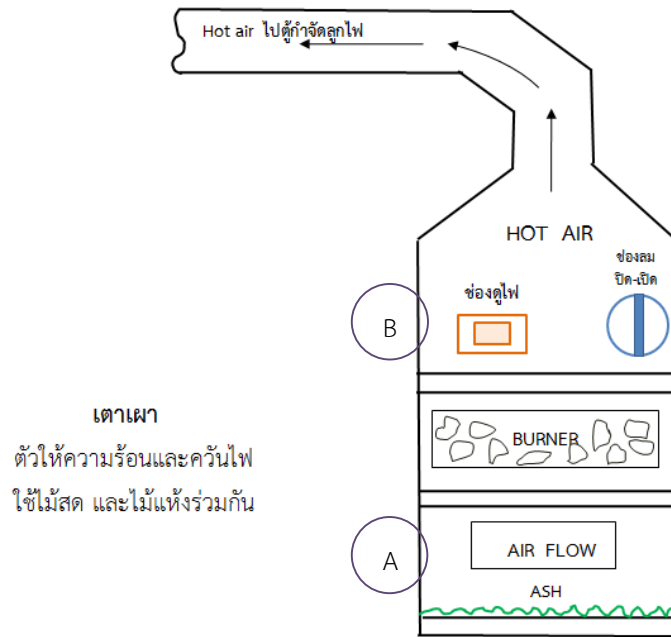


ภาพที่ 9 ห้องรมควันชนิดเตาเผาทรงตั้งชนิดหมุนเวียนควันทิ้งกลับมาใช้ใหม่

ลักษณะโครงสร้างห้องรมควันชนิดเตาเผาทรงตั้ง ก่อสร้างเตาเผาโลหะไร้สนิมเป็นกรอบหุ้มฉนวนไว้ภายใน และผนังด้านในก่ออิฐทนความร้อน

เตาส่วนล่าง A ด้านบนจะเป็นส่วนเตาที่ใช้เผาไหม้ไม้พื้น ส่วนล่างสุดจะเป็นส่วนที่เก็บเก้าอี้ถ่านจากการเผาไหม้ มีตะแกรงกั้นระหว่างส่วนทั้งสอง

ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ในห้องเผาที่ทำด้วยอิฐทนไฟแผ่ขึ้นไปยัง ส่วน B ซึ่งเป็นห้องกระจายความร้อน ห้องนี้มี 2 ชั้น กรอบนอกทำด้วยสแตนเลสหุ้มฉนวนไว้ข้างใน ภายในก่ออิฐทนความร้อน ในห้องมีท่อเหล็กทำหน้าที่เก็บความร้อน ความร้อนที่สะสมจะถูกดูดไปตามท่อและเข้าไปยังท่อดักฝุ่น ดักสะเก็ดไฟ C ส่วนที่หนักจะตกลงมาข้างล่าง ความร้อนจะถูกพัดลมขนาด 7.5 แรงม้า ส่งต่อไปยังห้องต่างๆ ด้วยพัดลมขนาด 3 แรงม้า ความร้อนที่กระจายไปยังห้องรมควัน ความร้อนจะไล่ความชื้นที่อยู่ในแผ่นยางออกไปกับความร้อนยังช่องระบายความร้อนบริเวณฝ้าเพดาน และทั้งความชื้นและความร้อนจะถูกดูดกลับด้วยพัดลมขนาด 3 แรงม้าตัวเดิม เปิดช่องระบายความร้อน 1 คืบอุณหภูมิที่ 50-55°C นาน 3 - 4 วัน 1 เตาคลุมได้ 12 ห้อง 1 ท่อย่อยได้ 2 ห้อง ๆ ละ 2 ตัน รวมครั้งละ 24 ตัน

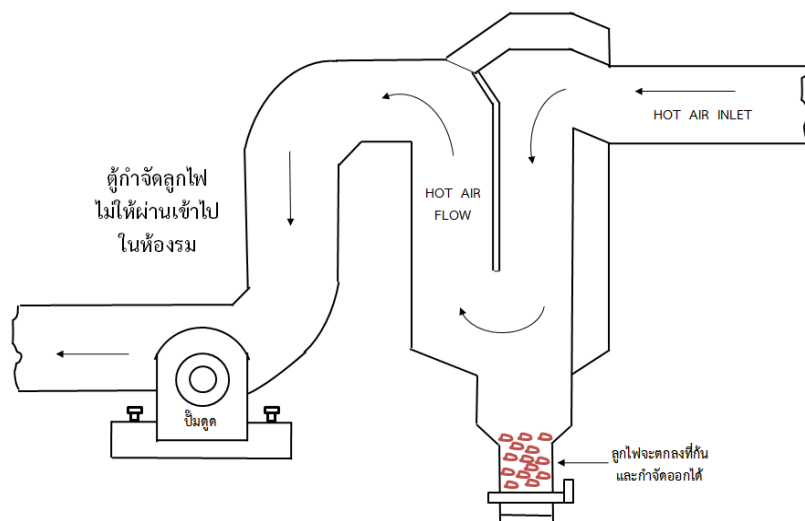


ภาพที่ 10 ภาพด้านข้างของตัวเตาให้ความร้อนและควันไฟ

### รายละเอียดของชุดเตาเผาโครงเหล็กทรงตั้ง

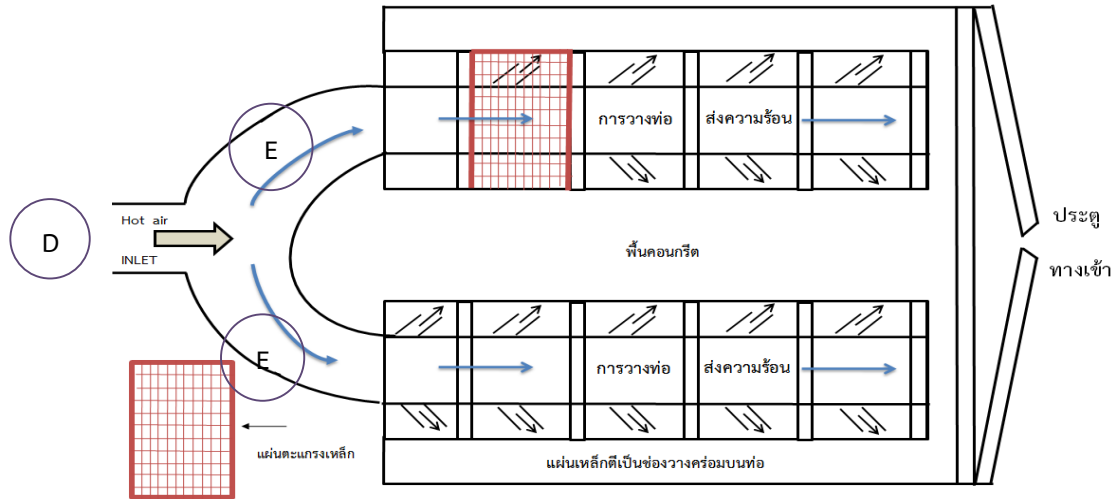
ส่วน A ประกอบด้วย ด้านบนเป็นส่วนของเตาเผาไหม้ ด้านล่างเป็นส่วนเก็บเถ้า และปล่อยอากาศเข้าในเตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้

ส่วน B เป็นห้องเก็บอากาศร้อนและควันจากการเผาไหม้จะลอยมารวมที่ส่วนนี้ และจากส่วนนี้สามารถดูการเผาไหม้ในส่วน A ได้ สามารถปิดเปิดบังคับเพิ่มหรือลดความร้อนโดยใช้ประตูปิดเปิด



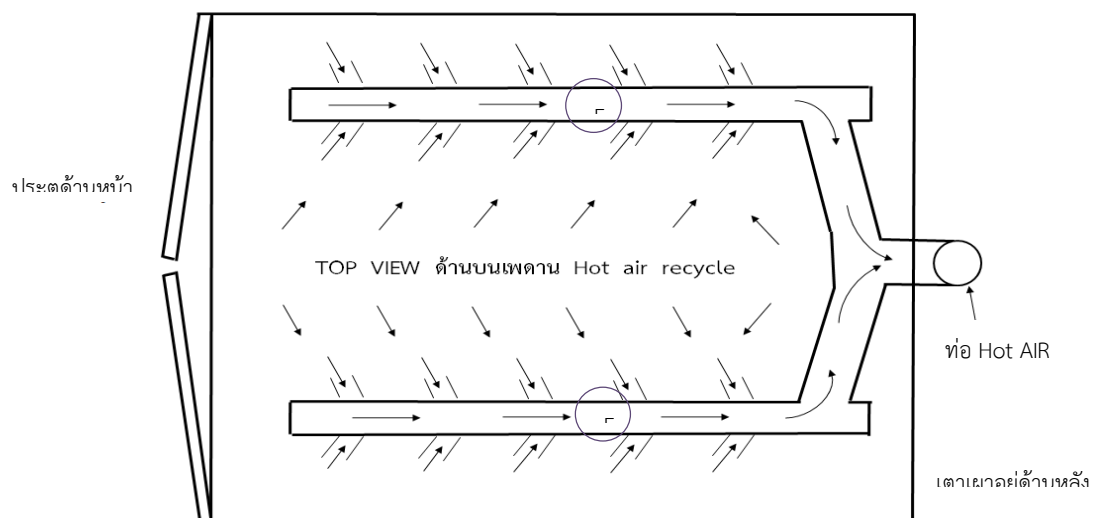
ภาพที่ 11 แสดงการกำจัดสะเก็ดไฟ

การเผาไหม้อาจเกิดสะเก็ดไฟ หากหลุดลอดไปยังห้องรวมอาจก่อให้เกิดไฟไหม้ได้ ดังนั้นจึงเพิ่มท่อดักสะเก็ดไฟจากเตาเผา ความร้อนจะถูกดูดผ่านห้องดักสะเก็ดไฟ ซึ่งจะทำเป็นแผงกันส่วนที่เป็นสะเก็ดไฟจะตกลงด้านล่างและดับ มวลอากาศร้อนจะไหลต่อไปยังพัดลมดูดไปยังท่อความร้อน



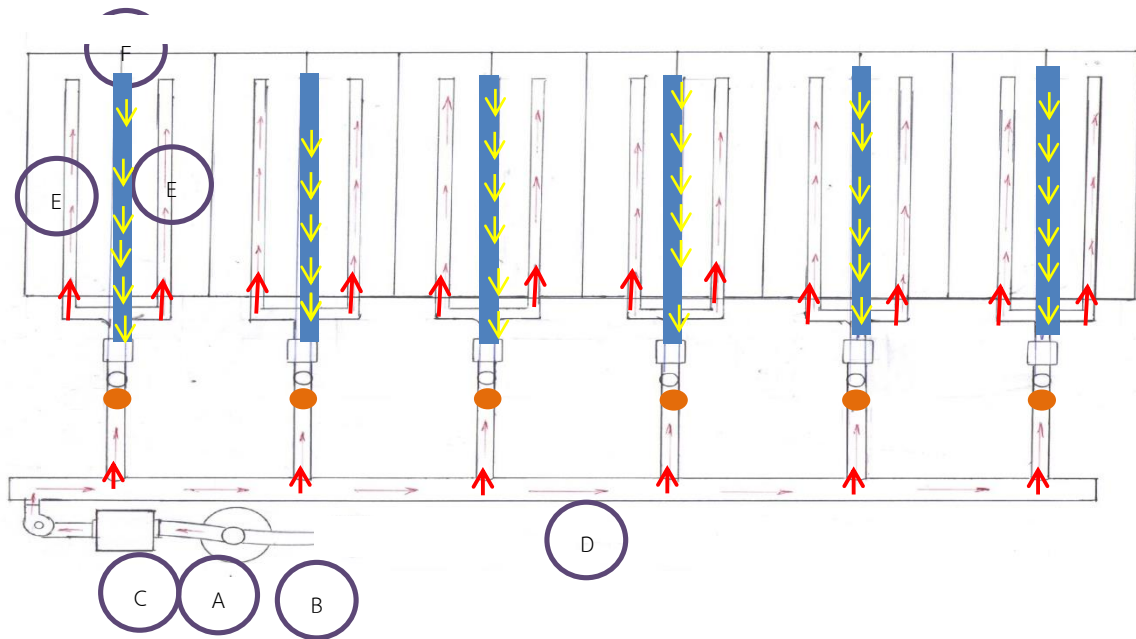
ภาพที่ 12 การวางท่อนำความร้อนนำกลับมาใช้ใหม่

จากท่อนำความร้อน D อากาศร้อนจะถูกเป่าจากพัดลมขนาด 3 แรงม้า ไปยังท่อ E ซึ่งจะนำความร้อนไปยังส่วนพื้นของห้องรมที่เจาะไว้แล้ว ความร้อนจะถูกพ่นออกมาทางท่อและลอยขึ้นผ่านตะแกรง



ภาพที่ 13 การวางท่อนำความร้อนนำกลับมาใช้ใหม่

ด้านบนของห้องรม จะติดตั้งท่อนำความร้อนกลับไปใช้ใหม่ โดยความร้อนที่ผ่านแผ่นยางลอยขึ้นด้านบนจะถูกดูดกลับเข้ามายังท่อที่ติดตั้งไว้



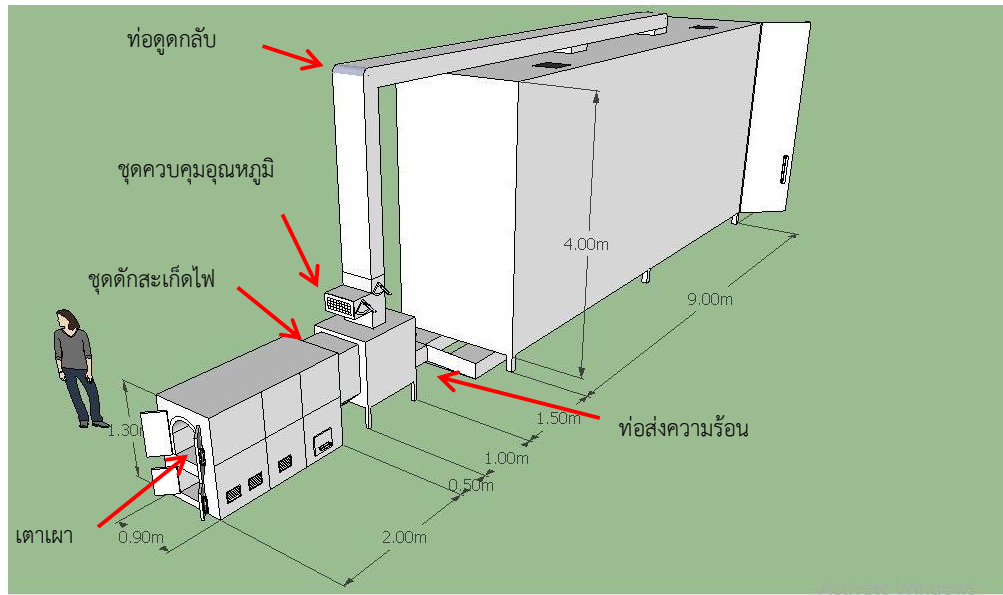
ภาพที่ 14 ภาพด้านบนแสดงการหมุนเวียนของอากาศร้อน

ภาพแสดงการหมุนเวียนของอากาศร้อนจากการเผาไหม้และการนำอากาศร้อนที่ผ่านการรมแล้วกลับไปใช้ใหม่ เมื่อความร้อนจากการเผาไหม้ในห้อง A, B และดักสะเก็ดไฟ C แล้ว พัดลมจะดูดความร้อนส่งไปตามท่อ D จากท่อ D ความร้อนจะถูกดูดโดยพัดลมขนาด 3 แรงม้าเป่าเข้าไปในแต่ละห้อง 1 ตัว (3 แรงม้า) ต่อห้องรม 2 ห้องตามท่อ E ความร้อนจะทำให้แผ่นยางที่อยู่ในห้องแห้งลงแล้วอากาศภายในห้องจะถูกดูดกลับโดยแรงพัดลมส่งไปตามท่อ F แล้วจะไหลกลับมายังส่วนหน้าร่วมกับอากาศร้อนที่ดูดจากท่อ D เวียนกลับไปตามท่อความร้อนเข้าไปในห้องอีกครั้ง หมุนเวียนเช่นนี้ตลอดเวลาการระเหย

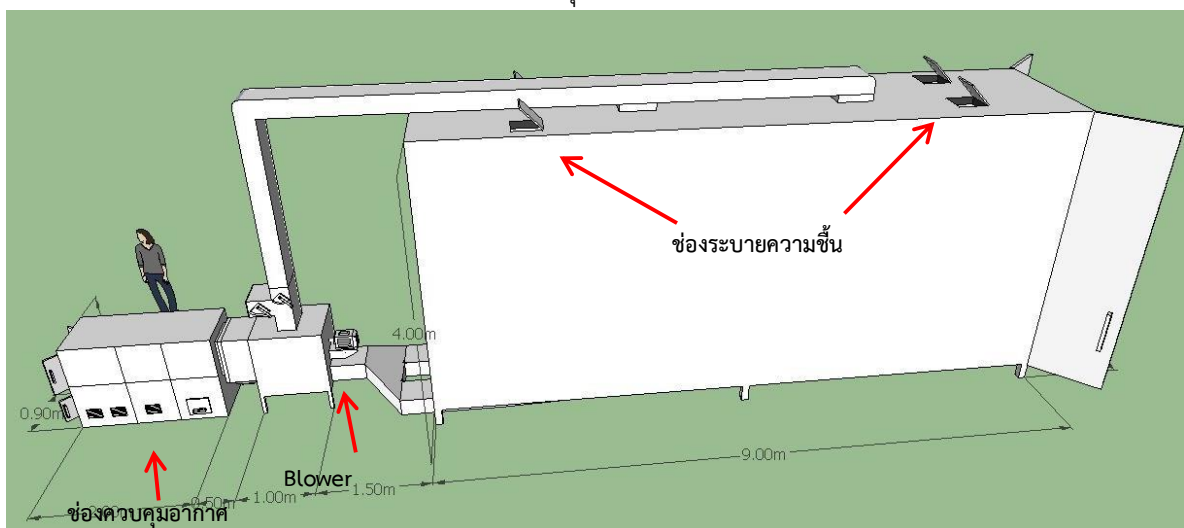
### 2.3 เตาเผาแนวนอน

ลักษณะเตาเผาหมุนเวียนแบบแนวนอน การทำงานคล้ายกับเตาเผาแบบทรงตั้ง คือมี เตาเผา ชุดดักสะเก็ดไฟ และชุดพัดลมเป่าอากาศร้อนเข้าไปในห้องรมคว้นและดูดกลับอากาศในห้องรมมาใช้ใหม่ ข้อดีของเตาเผาชนิดนี้คือการใช้และการดูแลทำได้ง่าย สะดวกกว่าแบบทรงตั้งซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า การออกแบบจะให้เตาเผาอยู่ต่ำกว่าห้องรมคว้น หากไม่มีกระแสไฟฟ้า ความร้อนก็ยังสามารถไหลเข้าไปในห้องรมคว้นได้โดย

การเปิดช่องบังคับลมเพียงแต่ประสิทธิภาพจะไม่ได้เท่ากับเตาเผาแบบอุโมงค์เพราะช่องทางการไหลมีสิ่งกีดขวางไม่สะดวกเพียงพอ

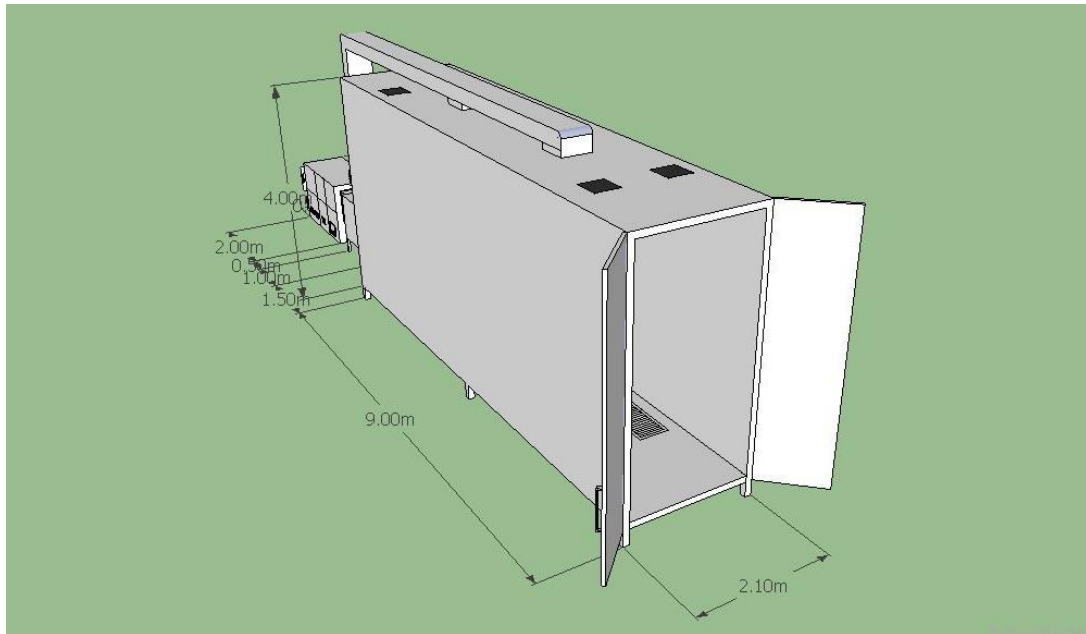


ภาพที่ 15 เตาเผาหมุนเวียนแบบแนวนอน

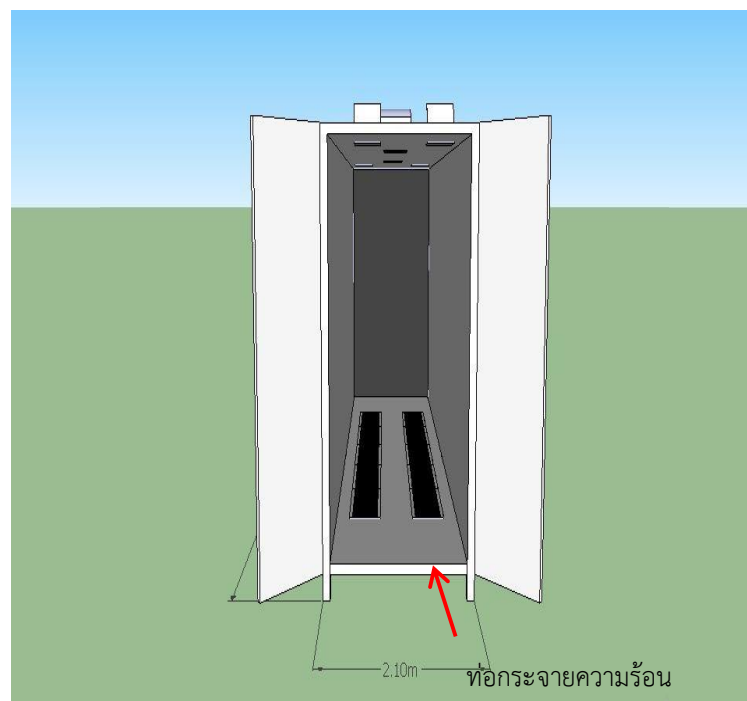


ภาพที่ 16 เตาเผาหมุนเวียนแบบแนวนอนแสดงส่วนช่องระบายความชื้น

ตามภาพที่ 16 ด้านบนของห้องรม มีท่อดูดกลับความร้อนและแสดงช่องระบายความชื้นตรงส่วนนี้จะถูกเปิดออกทั้งหมดเพื่อระบายความชื้นของยางแผ่นดิบที่เข้ารมควันในช่วง 24 ชั่วโมงแรก

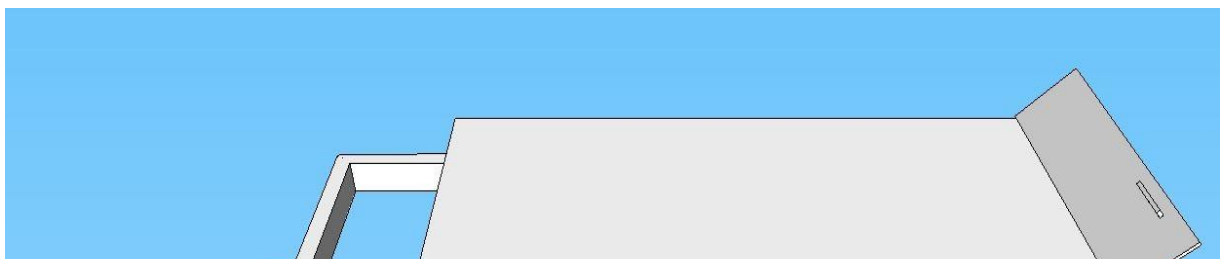


ภาพที่ 17 ภาพด้านหน้าและด้านข้างของห้องรม ซึ่งมีประตูเข้าและออกทางเดียว



ภาพที่ 18 ภาพด้านหน้าของห้องรม ซึ่งมีประตูเข้าและออกทางเดียว

ภายในห้องรมจะติดตั้งตะแกรงบนพื้นห้อง เพื่อปล่อยความร้อนจากท่อทำความร้อนและให้กระจายความร้อนในห้องรมควัน



ภาพที่ 19 ภาพด้านล่างของโรงรมควันชนิดเตาเผาทรงนอน

ภาพที่ 19 แสดงท่อนำความร้อนซึ่งติดตั้งด้านล่างของห้องรม ท่อนี้จะนำความร้อนที่เปามาจากพัดลมซึ่งดูดความร้อนจากเตาเผาด้านหลังให้ไหลไปตามท่อตามความยาวของห้องและปล่อยเข้าสู่ห้องรม



ภาพที่ 20 เตาเผาทรงนอน

ภาพด้านหน้าของเตาเผาทรงนอน มีประตูปิดเปิดเพื่อใส่ฟืน ส่วนล่างจะเป็นส่วนเก็บเถ้าถ่านจากการเผาไหม้





ภาพที่ 21 ด้านข้างเตาเผาทรงนอน ช่องส่วนล่างเป็นช่องอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้



ภาพที่ 22 ส่วนดักสะเก็ดไฟต่อเชื่อมระหว่างเตาเผากับพัดลมดูด



ตารางที่ 1 แสดงต้นทุนพลังงานระหว่างเตาเผาที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากับเตาเผาอุโมงค์

โรงรม	ความจุห้องละ (ตัน)	จำนวน (ห้อง)	รวมน้ำหนัก (กก.)	Blower (Hp)/ตัว	กำลังไฟ (Watt/hr)	รวม (unit)	ค่าไฟฟ้า (บาท/กก.)	ค่าฟืน (บาท/กก. ยาง)	รวม (บาท/กก.)
1.อุโมงค์	1.5	1	1,500	-	-	-	-	0.63	0.63
2.โครงเหล็ก									
-ทรงตั้ง	2	12	24,000	7.5/1	5,595	537.12	0.46	0.60	1.06
-แนวนอน	1	1	1,000	3/6	13,428	1289			
				5/1	3,730	85.9	0.51	0.30	0.81

ที่มา : ปรีดีเปรม ทัศนกุล. 2560. โรงรมควันประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม งานวิจัยฉบับเต็ม

ศูนย์บริการทดสอบรับรองภาคใต้ ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย.

จากการคำนวณพลังงานงานที่ใช้ต่อการผลิตยาง 1 กิโลกรัม พบว่า เตารมควันแบบอุโมงค์หรือแบบตั้งเดิมอาศัยหลักการไหลของความร้อนตามหลักกลศาสตร์ในการทำให้ยางแห้งโดยมีต้นทุนพลังงานเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.63 บาท ขณะที่เตาเผาแบบโครงเหล็กทรงตั้ง จำเป็นต้องใช้มอเตอร์ 2 ชุดในการขับเคลื่อนของอากาศร้อนและดูดกลับมีต้นทุนของเชื้อเพลิงซึ่งเป็นค่าไฟฟ้าและไม้ฟืนรวมกันเท่ากับ 1.06 บาท/กิโลกรัม ขณะที่เตาเผาแนวนอนใช้หลักการไหลของอากาศร้อนโดยธรรมชาติผสมกับการใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนความร้อนเข้าห้องรมควัน มีต้นทุนของเชื้อเพลิงซึ่งเป็นค่าไฟฟ้าและไม้ฟืนรวมกันเท่ากับ 0.81 บาท/กิโลกรัม แสดงว่าหากการสร้างโรงรมควันที่มีความจุของยางขนาดห้องละ 1 – 2 ตัน การสร้างเตาเผาแบบอุโมงค์จะประหยัดมากกว่า กรรมวิธีการก่อสร้างไม่ยุ่งยาก สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ง่ายคุณภาพยางดีกว่าเตารมควันโครงเหล็ก เนื่องจากปัญหาการบำรุงรักษาและต้องทำความสะอาดชุดตักสะเก็ดไฟ ตักเขม่าควันเป็นระยะ ๆ และต้องอุ่นเตาให้แห้งไม่เช่นนั้นจะเกิดสนิมกัดกร่อนและหากเร่งอุณหภูมิเพื่อให้ยางสุกเร็วภายในระยะเวลาเพียง 2 วัน จะส่งผลให้ยางเกิดฟองอากาศไม่สามารถจัดเป็นยางแผ่นรมควันคุณภาพดีได้

## สรุป

การผลิตยางแผ่นรมควันจะมีคุณภาพดีหรือไม่ปัจจัยที่สำคัญนอกเหนือจากกรรมวิธีการผลิตแล้ว การออกแบบเตาเผา ท่อนำความร้อน ท่อกระจายความร้อน ท่อระบายควันและความชื้น ย่อมส่งผลต่อคุณภาพยางด้วยเช่นกัน หากการออกแบบที่ดีผลที่ตามมาคือจะเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดไฟไหม้ห้องรมควัน ปัจจุบันมีผู้ศึกษาและผลิตเตารมควันหมุนเวียนควันกลับมาใช้ใหม่ซึ่งมีข้อดีคือลดมลภาวะทางอากาศ มีการใช้พลังงานความร้อนกลับมาใช้ใหม่ แต่บางครั้งการสร้างระบบการให้ความร้อนที่ต้องใช้เงินลงทุนมากแต่ไม่ได้คำนึงถึงคุณภาพยางยังเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตกลับต้องเป็นภาระให้ผู้ประกอบการผลิตยางแผ่นรมควัน อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีระบบการให้ความร้อนในการรมควันยางที่ใหม่ ๆ เกษตรกรควรศึกษาถึงข้อดี ข้อเสีย ความ

คุ้มค่าต่อการใช้งานและคุณภาพมาตรฐานยางที่ผลิต และจากการศึกษาพบว่าเตารมควันแบบอุโมงค์จะเป็น การประหยัดต้นทุนการผลิตมากที่สุดรวมทั้งคุณภาพยางที่ผลิตออกมาเนื่องจากยางแผ่นรมควันเป็นอย่างที่ ต้องการควันเคลือบที่ผิว และใช้ระยะเวลาในการรมควันนาน 3 – 4 วัน โดยที่ปริมาณความชื้นค่อย ๆ ออก จากแผ่นยางหากเร่งอุณหภูมิเพื่อจำกัดระยะเวลาในการรมควันยิ่งทำให้ยางเกิดฟองอากาศ และหากเพิ่ม อุณหภูมิสูงเกินกว่า 65°C อย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดฟองได้

### เอกสารอ้างอิง

- ปรีดีเปรม ทศนกุล และ จักรี เลื่อนราม, 2553. ศักยภาพการผลิตยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวน ยาง. รายงานวิจัยฉบับเต็มปี 2553. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.
- ปรีดีเปรม ทศนกุล. 2560. โรงรมควันประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม. งานวิจัยฉบับเต็ม ศูนย์บริการทดสอบรับรองภาคใต้ ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

\*\*\*\*\*