

การศึกษาด้านวิศวกรรม

จากการศึกษาที่ผ่านมา จะเห็นว่าบริษัทที่ผลิตปูนซีเมนต์ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๑๒ ถึงปีพ.ศ. ๒๕๒๔ นั้นมีเพียง ๓ บริษัท เท่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะปัญหาต่าง ๆ ทางเศรษฐกิจ ดังได้ศึกษามาแล้ว ในบทก่อน ๆ จึงไม่มีผู้ผลิตรายใหม่ ๆ เกิดขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้การวิจัย จึงมุ่งที่จะปรับปรุงโรงงาน ปูนที่มีอยู่แล้ว ส่วนขนาดโรงงานที่จะทำการวิจัยตามโครงการนี้นั้น จะใช้สมมุติฐานว่าเป็นโรงงานที่ ผลิตปูนเม็ดได้ ๔,๐๐๐ ตัน/วัน หรือ ๑.๒ ล้านตัน/ปี ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับ ข้อกำหนดของ คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ในข้อกำหนดข้อ ๒ (ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ ง.๑) ดังนั้นจึง จะพิจารณาปรับปรุงโรงงานที่มีขนาดกำลังผลิตเกิน ๑.๒ ล้านตัน/ปี โดยให้ ๑ ปีทำการผลิต ๓๐๐ วัน

การศึกษาด้านวิศวกรรม เป็นการศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพ (Physical Aspect) ของการเปลี่ยนระบบการเผาปูนเม็ด จากเดิมใช้น้ำมันเตาเพียงอย่างเดียวมาเป็นระบบที่ใช้ลิกไนท์ ร่วมกับน้ำมันเตา ในอัตราส่วนลิกไนท์ต่อน้ำมันเตา ๗๕ : ๒๕ เปอร์เซ็นต์ของค่าความร้อนที่ใช้ในการเผาปูนเม็ดทั้งหมด การศึกษาจะพิจารณาถึงขอบเขตของโรงงานที่เหมาะสมจะใช้ในการปรับปรุง ขอบเขตแหล่งลิกไนท์ที่จะนำมาใช้ การเตรียมลิกไนท์ก่อนเข้าเตาเผา ที่ดิน อาคาร แผนการก่อสร้างโรงงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์การเปลี่ยนแปลงที่ต้องการ รวมถึงพลังงานที่ใช้ เป็นต้น การศึกษาด้านวิศวกรรมนั้นมีความสำคัญมากในการตัดสินใจลงทุนเปลี่ยนระบบการเผาปูนเม็ด เพราะ เป็นการลงทุนค่อนข้างสูง และลิกไนท์ที่จะใช้ได้มีทั้งหมด ๒ แหล่ง ทางจังหวัดทางภาคเหนือ ส่วน โรงปูนซีเมนต์ที่ตั้งอยู่แล้วมีถึง ๗ โรง ตั้งอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคกลางและภาคใต้ ซึ่งห่าง จากแหล่งลิกไนท์ในระยะทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นการนำลิกไนท์มาใช้ในโรงปูนจึงมีอุปสรรคมากพอสมควร หากการศึกษาพบว่าโรงงานปูนโรงใดไม่เหมาะสมจะเปลี่ยนระบบการเผาปูนเม็ด และลิกไนท์ แหล่งใดไม่เหมาะสมจะนำมาใช้กับโรงปูนที่มีอยู่ได้ ก็เป็นไปไม่ได้ที่จะลงทุนในโครงการนี้

ตารางที่ ๔.๑ (ต่อ)

หน่วย : ล้านตัน

จังหวัด	ปีทำการผลิต							หมายเหตุ	
	๒๕๒๕	๒๕๒๖	๒๕๒๗	๒๕๒๘	๒๕๒๙	๒๕๓๐	๒๕๓๑		
เพชรบุรี	- ขำอำ	๐.๔๕๐	๐.๕๘๐	๐.๕๘๐	๐.๕๘๐	๑.๑๔๐	๒.๐๘๐	๒.๐๘๐	ชปช.
	รวม	๐.๔๕๐	๐.๕๘๐	๐.๕๘๐	๐.๕๘๐	๑.๑๔๐	๒.๐๘๐	๒.๐๘๐	
นครศรีธรรมราช	- หุ้งสง	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	บปช.
	รวม	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	๐.๙๐๐	

หมายเหตุ : บปช. = บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด
 ชปช. = บริษัทชลประทานซีเมนต์ จำกัด
 ปนล. = บริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด

จากตารางที่ ๔.๑ จะเห็นว่าความ เข้มของกำลังการผลิตนั้นสูงสุดอยู่ในจังหวัดสระบุรี ซึ่งมีโรงงานปูนตั้งอยู่ ๓ โรง กำลังผลิตรวม ๕.๓๔ ล้านตัน ในปี พ.ศ. ๒๕๒๕ และตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๒๗ ถึง ปี พ.ศ. ๒๕๓๑ มีกำลังผลิตเพิ่มขึ้นเป็นปีละ ๗.๖๐๐ ล้านตัน รองลงมาเป็นจังหวัด เพชรบุรี ซึ่งในปี พ.ศ. ๒๕๒๕ ผลิตได้ปีละ ๐.๔๕๐ ล้านตัน และมีโครงการขยายการผลิตถึง ๒.๐๘๐ ล้านตัน ส่วนจังหวัดอื่น ๆ มีกำลังการผลิตปีละไม่ถึง ๑ ล้านตัน และโรงงานของบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย ที่ท่าหลวง และแก่งคอย นั้น มีโครงการใช้ก๊าซธรรมชาติในปลายปี พ.ศ. ๒๕๒๕ แล้ว จึงไม่สามารถจะนำลิกไนท์มาใช้ได้ เพราะได้มีการลงทุนเดินท่อก๊าซเกือบเสร็จสิ้นแล้ว ดังนั้นโรงงาน ที่สามารถปรับปรุงมาใช้ลิกไนท์ได้ตามโครงการนี้มีเพียง ๒ แห่งคือ

๑. โรงงานที่อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นโรงงานของบริษัทชลประทานซีเมนต์ มีกำลังการผลิต ในปี พ.ศ. ๒๕๒๕ ปีละ ๐.๔๕๐ ล้านตัน และในปี พ.ศ. ๒๕๒๖ ถึงปี พ.ศ. ๒๕๒๘ ผลิตได้ปีละ ๐.๔๕๐ ล้านตัน และมีโครงการขยายกำลังผลิตโดยจะผลิตสูงสุดในปี พ.ศ. ๒๕๓๐ เป็นต้นไปในอัตรา ๒.๐๘ ล้านตันต่อปี

๒. โรงงานที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นโรงงานของบริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง มีกำลังการผลิต ในปี พ.ศ. ๒๕๒๕ ปีละ ๒.๑ ล้านตัน และในปี พ.ศ. ๒๕๒๗ ถึงปี พ.ศ. ๒๕๓๑ ผลิตได้ปีละ ๒.๗๐๐ ล้านตัน

ดังนั้นในการเลือกความเหมาะสมของโครงการนี้ จะพิจารณาจากโรงงาน ๒ แห่ง ที่กล่าวมานี้ ในการพิจารณาจำเป็นต้องศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ เพื่อหาข้อสรุปว่าโรงงานใดจะเหมาะสมในการนำลิกไนท์มาใช้ได้ตามโครงการจริง ๆ

ปัจจัยในการเลือกโรงงานที่เหมาะสมในการนำลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิง

เนื่องจากแหล่งลิกไนท์ที่มีคุณภาพใช้กับโรงปูนซีเมนต์ได้นั้น อยู่ในจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศ ซึ่งอยู่ห่างไกลจากโรงงานปูนมาก ดังนั้นการนำลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาปูนเม็ด จึงขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญต่าง ๆ สามารถเรียงตามความสำคัญมากน้อยได้ดังนี้

๑. ที่ดิน
๒. วัตถุประสงค์
๓. การขนส่ง
๔. สิ่งแวดล้อม
๕. ตลาดจำหน่ายปูนซีเมนต์
๖. แรงงาน
๗. สาธารณูปโภค



๑. ที่ดิน การนำลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงปูนนั้น จะต้องเตรียมที่ดินสำหรับใช้ในการติดตั้ง เครื่องจักรและอุปกรณ์จำนวนมาก ซึ่งจะต้องมีโรงงานสำหรับบดลิกไนท์ขนาดใหญ่ และโรงงานนี้จะต้องตั้งอยู่ในเขตของโรงงานใกล้กับเตาเผาปูนเม็ด ดังนั้นก็เสมือนกับการขยายโรงงานขึ้นนั่นเอง ที่ดินจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ถ้าโรงปูนโรงใดไม่มีที่ดินเพียงพอจะขยายได้ ก็เป็นไปได้ตามโครงการนี้ เช่น โรงงานที่บางซื่อ เป็นต้น แต่โรงงานที่อยู่ในข่ายที่จะพิจารณานั้น อยู่ต่างจังหวัด มีเนื้อที่ว่างเปล่าสำหรับขยายโรงงานได้ ดังนั้นปัญหาด้านที่ดินใช้ตั้งโรงผลิตลิกไนท์บด จึงไม่มี แต่จะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในด้านราคาที่ดิน

๒. วัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ในโครงการนี้ก็คือ ลิกไนท์นั่นเอง คุณสมบัติของลิกไนท์นั้น เป็นข้อจำกัดอย่างยิ่งในการนำมาใช้ในโครงการนี้ ลิกไนท์นั้นมีคุณสมบัติคือเป็นกรดกัดกร่อน ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (O_2) และถ้ามีลิกไนท์คุณภาพต่ำ ๆ ปนอยู่ อาจเกิดการลุกไหม้ได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นจึงไม่เหมาะอย่างยิ่งที่จะเก็บไว้นาน ๆ หรือขนย้ายในระยะทางไกล ๆ โรงปูนซีเมนต์ที่จะนำลิกไนท์มาใช้ได้อย่างเหมาะสมจึงควรอยู่ใกล้กับแหล่งลิกไนท์ นอกจากนี้แล้ว ความสะดวกในการสั่งซื้อและการจัดส่งอย่างตรงต่อเวลาก็เป็นเรื่องสำคัญ เพื่อให้มีการใช้ลิกไนท์ได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ลดการเก็บคงคลังลง

๓. การขนส่ง ลิกไนท์ที่มีคุณภาพใช้กับโรงปูนได้นั้นอยู่ที่ จังหวัดลำปางและจังหวัดตาก ซึ่งเหมืองทั้ง ๒ แห่งนี้อยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย ไม่มีอาณาเขตติดกับทางน้ำเลย ดังนั้นการขนส่งลิกไนท์ทางน้ำจึงเป็นไปได้ ส่วนทางรถไฟนั้น เนื่องจากเหมืองทั้ง ๒ จังหวัด เป็นเหมืองที่เปิดใหม่ อยู่ห่างไกลจากสถานีรถไฟมาก หากมีการขนส่งทางรถไฟจะต้องสร้างทางรถไฟเข้าไปถึงเหมือง และเนื่องจากเป็นเหมืองเปิด การขุดลิกไนท์จะกินอาณาเขตกว้างออกไป จึงเป็นการยุ่งยาก ที่จะนำลิกไนท์ที่ขุดได้มาใส่ตู้ลำเลียงของรถไฟ นอกจากนี้ตู้ลำเลียงของการรถไฟก็มีจำกัด หากจะใช้รถไฟขนส่งก็ต้องมีการสร้างตู้ลำเลียงเพิ่ม ดังนั้นการขนส่งลิกไนท์ที่เหมาะสมที่สุดคือ การขนส่งโดยรถยนต์ ซึ่งบริษัทผู้ผลิตลิกไนท์ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ ความสะดวกของการใช้รถยนต์ขนส่งคือไม่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายรถบ่อย ๆ อย่างรถไฟ รถยนต์บรรทุกสามารถแล่นเข้าไปรับลิกไนท์จากรดักในเหมืองได้เลย ครั้นเมื่อถึงโรงปูนก็สามารถถ่ายลงเข้าลานเก็บได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเป็นดังนี้ระยะทางการขนส่งจึงมีบทบาทมาก ถ้าระยะทางไกล การขนส่งที่ต่อเนื่องก็เป็นไปได้ยากกว่าระยะ

ทางไกล ๆ ความสะดวกในเส้นทางเดินรถก็มีส่วนสำคัญมาก การขนส่งจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพของถนนด้วย นอกจากนี้การขนส่งปูนซีเมนต์สู่ตลาดก็เป็นเรื่องสำคัญ เพราะถ้ามีการปรับปรุงโรงงานที่ใกล้ตลาด ค่าขนส่งก็ต่ำ ผลตอบแทนที่บริษัทผู้ผลิตปูนจะได้รับก็มากกว่า

๔. สิ่งแวดล้อม ปกติลิกไนท์มีสีดำ และแตกละเอียดเป็นฝุ่นผงได้ ดังนั้นผงลิกไนท์อาจทำให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะในบริเวณใกล้เคียงได้ ดังนั้นโรงงานปูนที่จะนำลิกไนท์มาใช้ควรอยู่บริเวณที่ห่างไกลจากย่านชุมชน

๕. ตลาดจำหน่ายปูนซีเมนต์ ในโครงการนี้ถ้าเป็นการใช้กับโรงปูนที่อยู่ใกล้กับตลาดก็จะทำให้เหมาะสมที่จะลงทุนมากขึ้น เพราะโรงงานผลิตอยู่ใกล้ตลาด ค่าขนส่งก็จะถูกลง และความคล่องตัวในตลาดมีมากกว่าโรงงานที่อยู่ไกลตลาด

๖. แรงงาน การนำลิกไนท์มาใช้ในเตาเผาปูนนั้น ต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ สูง ดังนั้นจะต้องมีหน่วยงานที่รับผิดชอบในการเตรียมลิกไนท์บดโดยเฉพาะ ควรเป็นวิศวกรที่มีความรู้ด้านการผลิตปูนซีเมนต์เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วจะต้องมีช่างระดับเทคนิคไว้ควบคุมเครื่อง และแรงงานระดับกรรมกร เพื่อใช้ทำความสะอาดเครื่องด้วย

๗. สาธารณูปโภค ในการบดลิกไนท์ก่อนนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้น ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก ดังนั้นโรงงานที่จะปรับปรุง จะต้องได้รับพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า เพราะถ้าผลิตไฟฟ้าใช้เองจะต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่โตมาก ความสิ้นเปลืองก็จะสูงขึ้น

ในการพิจารณาว่าโรงงานปูนซีเมนต์โรงใด เหมาะสมที่จะนำลิกไนท์มาใช้ จะใช้วิธีเปรียบเทียบโดยวิธีกำหนดความสำคัญ ให้กับปัจจัยต่าง ๆ ด้วยคะแนนเต็มมากน้อยต่างกัน และในการพิจารณาแต่ละโรงงานจะให้คะแนนตามความเหมาะสมของปัจจัย อย่างเช่น ที่ดิน วัสดุดิบ และการขนส่ง นั้นมีความสำคัญมาก จะให้คะแนนเต็ม ๑๐๐ ส่วน ซึ่งเป็นคะแนนสูงสุดตามส่วนความสำคัญ ส่วนปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยรองลงมาก็จะให้คะแนนเต็ม ลดน้อยลงไปตามความสำคัญของปัจจัยด้วย จากนั้นจะรวมคะแนนของโรงงานแต่ละแห่ง แล้วคิดเป็นร้อยละ โดยระดับคะแนนแบ่งออกเป็น ๔ ระดับคือ

๕๐ - ๑๐๐	คะแนน	ดีมาก
๖๐ - ๗๕	"	ดี

๔๐ - ๕๔	คะแนน	พอใช้
๒๐ - ๓๔	"	ผ่าน
๐ - ๑๔	"	เลว

จากผลการวิเคราะห์สรุปว่าโรงงานปูนที่ตั้งอยู่ใน อ.แก่งคอย จ.สระบุรี เป็นโรงงานที่เหมาะสมที่สุด ที่จะนำลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาปูนเม็ด ดังแสดงผลการวิเคราะห์เพื่อความเหมาะสมกับปัจจัย ในตารางที่ ๔.๒ (ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ ง.๒)

ตารางที่ ๔.๒

สรุปการเปรียบเทียบความเหมาะสมของโรงงานที่จะนำลิกไนท์มาใช้

ปัจจัยในการเลือก	คะแนนเต็ม	ผลการวิเคราะห์	
		อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี	อ.แก่งคอย จ.สระบุรี
๑. ที่ดิน	๑๐๐	๔๔	๔๕
๒. วัตถุดิบ	๑๐๐	๖๘	๘๐
๓. การขนส่ง	๑๐๐	๗๑	๕๐
๔. สิ่งแวดล้อม	๘๐	๕๕	๗๐
๕. ตลาดจำหน่ายปูนซีเมนต์	๖๐	๒๘	๓๕
๖. แรงงาน	๕๐	๓๐	๓๐
๗. สาธารณูปโภค	๕๐	๓๕	๓๕
รวม	๕๒๐	๓๘๑	๔๓๕



วัตถุดิบ (Raw Material)

ในโครงการนำลิกไนท์มาใช้ ในเตาเผาปูนเม็ดในโรงงานปูนซีเมนต์นั้น วัตถุดิบที่สำคัญ นอกจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิตปูนคือ ลิกไนท์ เนื่องจากโครงการนี้เป็นโครงการเปลี่ยนแปลงระบบการเผาไหม้ ดังนั้น วัตถุดิบในโครงการนี้จะกล่าวถึงลิกไนท์เพียงอย่างเดียว

ประวัติของการพัฒนาแหล่งถ่านหินลิกไนท์ (๘) การพัฒนาแหล่งถ่านหินลิกไนท์ที่สำคัญของประเทศไทย เริ่มต้นมาตั้งแต่สมัยพระบาทสมเด็จพระปรเมนทรมหาอานันทมหิดล พระมยุงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๖ โดยพลเอกกรมพระกำแพงเพชรอัครโยธิน ขณะนั้นทรงดำรงตำแหน่งอธิบดีกรมรถไฟหลวง ได้ทรงมีพระประสงค์จะสงวนป่าไม้ จึงได้ว่าจ้างนักธรณีวิทยาผู้เชี่ยวชาญทางด้านปิโตรเลียม ชาวฝรั่งเศสชื่อนาย บัวแยร์ (M.G. BOY-ER.) ในปีพ.ศ. ๒๔๖๐ และจ้างชาวอเมริกันชื่อนาย วอลเลสลีย์ (WALLACE LEE) ในปีพ.ศ. ๒๔๖๔ - ๒๔๖๕ ให้มาทำการสำรวจหาเชื้อเพลิงธรรมชาติอย่างอื่น เพื่อจะนำมาใช้แทนหินสำหรับหัวรถจักรไอน้ำของรถไฟ ผลของการสำรวจในครั้งนั้น ได้พบว่ามีถ่านหินลิกไนท์จำนวนมากพอสมควรที่แหล่งบ้านแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และแหล่งบ้านคลองขนาน จังหวัดกระบี่ ต่อมาในปีพ.ศ. ๒๔๗๐ พระบาทสมเด็จพระปรเมนทรมหาประชาธิปก พระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๗ ทรงมีพระบรมราชโองการให้สงวนแหล่งถ่านหินที่มีอยู่ภายในประเทศในขณะนั้นไว้สำหรับใช้เพื่อประโยชน์ในทางราชการเท่านั้น และห้ามมิให้อนุญาตประทานบัตรการทำเหมืองแก่เอกชนอื่นใดอีกต่อไปอีก การสำรวจจึงได้หยุดชะงักลงชั่วระยะหนึ่งจนสิ้นสงครามโลกครั้งที่ ๒ ต่อมาในปีพ.ศ. ๒๔๙๓ ได้รับความช่วยเหลือจากองค์การระหว่างประเทศ เอ็ม. เอส. เอ. (องค์การยูซอม) ทางด้านวิชาการและการเงินเพื่อสำรวจและผลิตถ่านหินลิกไนท์ที่แม่เมาะ และที่กระบี่ออกจำหน่าย โดยมีกรมโลหกิจ (กรมทรัพยากรธรณีในปัจจุบัน) เป็นผู้ดำเนินการ เมื่อองค์การยูซอมหมดสัญญาช่วยเหลือลงในปีพ.ศ. ๒๔๙๖ รัฐบาลจึงมอบให้คณะกรรมการพลังงานแห่งชาติดำเนินการต่อโดยมอบหมายให้ ม.ล.ชูชาติ กำภู อธิบดีกรมชลประทาน ในฐานะกรรมการผู้หนึ่งของการพลังงานแห่งชาติ ให้ดำเนินการสำรวจและวางแผนการผลิตถ่านหินลิกไนท์ออกจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยจัดตั้งเป็นสำนักงานสำรวจสภาวะถ่านหินลิกไนท์ขึ้น ในปีพ.ศ. ๒๔๙๗ ได้มีการจัดตั้งองค์การพลังงานไฟฟ้าลิกไนท์ขึ้น และมีการทำเหมืองที่แม่เมาะผลิตลิกไนท์ เพื่อเป็นประโยชน์

ทางอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง ในปีพ.ศ. ๒๕๐๓ รัฐบาลได้จัดตั้งการลิกไนท์ขึ้นแทนองค์การพลังงานไฟฟ้าลิกไนท์ ในระยะแรก ๆ ได้มีการนำเอาลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงงานไฟฟ้าลิกไนท์ที่แม่เมาะและกระเปี มีบางส่วนเท่านั้นที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่น เช่น ปุ๋ยเคมี และใช้ในโรงงานของรถไฟที่ อ.ทุ่งสง แต่ก็มีปริมาณน้อยมาก สาเหตุที่การใช้ลิกไนท์เป็นเชื้อเพลิงยังไม่แพร่หลาย เป็นเพราะต้นทุนในการผลิตถ่านหินลิกไนท์ในขณะนั้นยังมีราคาสูง เมื่อเปรียบเทียบกับราคาน้ำมัน ประกอบกับการนำเอา ลิกไนท์มาใช้เป็น เชื้อเพลิงก็มีการยุ่งยากและสวกปรกกว่าการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง จึงทำให้การใช้ถ่านหินลิกไนท์ไม่แพร่หลาย จนมาในปีพ.ศ. ๒๕๑๗ เกือบทุกประเทศทั่วโลกต้องประสบกับวิกฤติการณ์ด้านน้ำมันเชื้อเพลิง อันเนื่องมาจากกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันดิบในตะวันออกกลางได้กำหนดนโยบายการขึ้นราคาจำหน่ายน้ำมันสูงขึ้นมาก ทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกที่ไม่มีแหล่งน้ำมันดิบของตนเองต้องประสบความเดือดร้อนและความผันผวนทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ตกอยู่ในภาวะเช่นเดียวกันนี้ ด้วยเหตุนี้จึงเกิดการชวนชวายที่จะหาเชื้อเพลิงธรรมชาติอย่างอื่นที่สามารถเสาะหาได้ภายในประเทศมาใช้แทนน้ำมัน ซึ่งนับวันจะยิ่งมีราคาสูงขึ้น และมีปริมาณเหลือน้อยลงทุกที ดังนั้นลิกไนท์ซึ่งเป็น เชื้อเพลิงธรรมชาติและสามารถนำมาใช้แทนน้ำมัน เชื้อเพลิงได้จึงกลับมามีบทบาทและเป็นที่สนใจของประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทยด้วย

แหล่งที่พบลิกไนท์ในประเทศไทย^(๔) แหล่งที่พบลิกไนท์ในประเทศไทยนั้นมีมากมายหลายแหล่งด้วยกัน บางแหล่งก็มีการสำรวจและเปิดทำเหมืองไปแล้ว บางแหล่งก็อยู่ในระหว่างการสำรวจ ปัจจุบันมีหน่วยงานที่ทำการสำรวจอย่างจริงจังอยู่ ๓ หน่วยงานคือ กรมทรัพยากรธรณี สำนักงานพลังงานแห่งชาติ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การสำรวจบางแหล่งก็มีการสำรวจอย่างละเอียด บางแหล่งก็สำรวจเพียงเบื้องต้นเท่านั้น โดยเฉพาะ ๒ หน่วยงานหลังนั้นจะสำรวจละเอียด เฉพาะแหล่งที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานของตนเท่านั้น ซึ่งพอสรุปแหล่งที่พบลิกไนท์ได้ดังนี้

แหล่งภาคใต้

- แหล่งถ่านหินเทพา บริเวณคลองเทพา กิ่งอ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา ทำการสำรวจเบื้องต้น ตั้งแต่ ๒ - ๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๔๙๕ สำรวจโดยกรมทรัพยากรธรณี ผลการสำรวจพบชั้นถ่านหินหนา ๓ เมตร ไม่มีการประเมินปริมาณสำรอง
- แหล่งถ่านหินกระซุม หรือเคียนซา บริเวณบ้านกระซุม ต.พ่วงพรมคร อ.นาสาร จ.สุราษฎร์ธานี ทำการสำรวจเบื้องต้นตั้งแต่ ๑๐ - ๒๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๔๙๕ โดยกรมทรัพยากรธรณี ผลการสำรวจพบชั้นถ่านหินลิกไนท์ ๑ ชั้น หนาประมาณ ๑.๕ - ๓.๖ เมตร ไม่มีการประเมินปริมาณสำรอง
- แหล่งถ่านหินลิกไนท์กระบี่ ตั้งอยู่ ณ. บริเวณคลองบางปูดำ ต.คลองขนาน อ.เมือง จ.กระบี่ ทำการสำรวจโดยกรมทรัพยากรธรณีและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปัจจุบันดำเนินการเปิดทำเหมืองโดย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปริมาณที่มีอยู่ประมาณ ๑๐๐ ล้านตัน

แหล่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

- แหล่งถ่านหินภูจินารายณ์ บริเวณห้วยแดง บ้านห้วยแดง ห้วยย่างขวาง อ.ภูจินารายณ์ จ.กาฬสินธุ์ ทำการสำรวจเบื้องต้นเมื่อ ๒๒ - ๒๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๔๙๗ โดยกรมทรัพยากรธรณี พบถ่านหินลิกไนท์หนาประมาณ ๑ เซนติเมตร จำนวนหลายชั้น ไม่มีการประเมินปริมาณสำรอง
- แหล่งถ่านหินสหัสขันธ์ บริเวณบ้านหนองหญ้าปล้อง บ้านดินจี่ บ้านหนองสะพัง อ.สหัสขันธ์ จ.กาฬสินธุ์ ทำการสำรวจเบื้องต้นเมื่อ ๒๑ มกราคม - ๓ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๐๔ ทำการสำรวจโดยกรมทรัพยากรธรณี ผลการสำรวจพบชั้นถ่านหินหนาประมาณ ๕ เซนติเมตร ไม่มีการประเมินปริมาณสำรอง
- แหล่งถ่านหินสว่างดินแดน บริเวณดงก่อ บ้านภูตะคาม อ.สว่างดินแดน จ.สกลนคร ทำการสำรวจเบื้องต้นโดย กรมทรัพยากรธรณี ผลการสำรวจพบแต่เศษถ่านหินตกประปรายบนพื้นดิน
- แหล่งถ่านหินลิกไนท์ครบุรี บริเวณเขาละมั่ง อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา สำรวจเบื้องต้นเมื่อ ๒๗ กุมภาพันธ์ - ๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๐๔ โดยกรมทรัพยากรธรณี ผลการสำรวจพบถ่านลิกไนท์เป็นชั้นบาง ๆ ไม่มีการประเมินปริมาณสำรอง

แหล่งภาคเหนือ

- พบถ่านลิกไนท์แม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง ทำการสำรวจโดยกรมทรัพยากรธรณี และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปริมาณลิกไนท์ที่มีอยู่ ๑๒๐ ล้านตัน และคาดว่าจะมีถึง ๖๕๐ ล้านตัน

- แหล่งถ่านลิกไนท์ลี้ บ้านบวก บ้านป่าคา บ้านปู้ อ.ลี้ จ.ลำพูน ทำการสำรวจโดยกรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานพลังงานแห่งชาติ พบถ่านลิกไนท์ ๒ ชั้น ความหนาเฉลี่ยชั้นละ ๗ เมตร มีปริมาณสำรองของถ่านหิน ๒๐ ล้านตัน ปัจจุบันเปิดทำเหมืองโดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติ

- แหล่งถ่านหินลิกไนท์บ้านกาด บริเวณบ้านไร่ ต.บ้านกาด อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ ทำการสำรวจเบื้องต้นตั้งแต่วันที่ ๒๔-๒๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๐๔ สำรวจโดยกรมทรัพยากรธรณี ผลการสำรวจพบชั้นถ่านหินหนาประมาณ ๖๐ เซนติเมตร ไม่มีการประเมินปริมาณสำรอง

- บ้านกองกาน บ้านแร่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ สำรวจโดยกองเชื้อเพลิงแห่งชาติ กรมทรัพยากรธรณี พบปริมาณสำรองขั้นแรก ๒ ล้านตัน

- บ้านนาฮ่อง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ สำรวจโดยกองเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมทรัพยากรธรณี และสำนักงานพลังงานแห่งชาติ พบลิกไนท์มีปริมาณสำรองขั้นแรก ๒.๓ ล้านตัน

- บ้านกอล้อแฮ ต.แม่ตื่น อ.แม่ระมาด จ.ตาก ทำการสำรวจโดยกองเชื้อเพลิงธรรมชาติ กองทรัพยากรธรณี พบลิกไนท์มีปริมาณสำรอง ๕ ล้านตัน ปัจจุบันเปิดทำเหมืองโดยบริษัทไทยลิกไนท์ จำกัด

- บ้านห้วยเตือ ต.โป่งสา อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน ทำการสำรวจโดย กองเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมทรัพยากรธรณี พบลิกไนท์มีปริมาณสำรองขั้นแรก ๔.๕ ล้านตัน

- บ้านแม่ลาย ต.บ่อหลวง อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ สำรวจโดยกองเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมทรัพยากรธรณี ไม่มีการประเมินปริมาณสำรอง

- บ้านมหาธาตุ ต.เวียงแหง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ สํารวจโดย กอง
เชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมทรัพยากรธรณี ไม่มีการประเมินปริมาณสํารอง
- แหล่งแจ้ห่ม อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง เจาะสํารวจโดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
ไม่มีการประเมินปริมาณสํารอง
- แหล่งแม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง ทำการเจาะสํารวจโดย กรมทรัพยากรธรณี
ร่วมกับเอกชน พบปริมาณถ่านลิกไนท์ สํารวจแน่นอน ๑๐ ล้านตัน ปัจจุบันเปิดทำเหมืองโดย
บริษัทแพร์ลิกไนท์ จำกัด

นอกจากนี้แล้วยังมีแหล่งที่พบลิกไนท์ในท้องที่ต่าง ๆ ทางภาคเหนืออีกหลายแห่ง แต่ยังไม่มีการสํารวจอย่างจริงจังถึงขั้นประเมินปริมาณสํารองได้ เช่น อ.วังเหนือ อ.แม่ทะ จ.ลำปาง และบ้านนกกก อ.ท่าสองยาง จ.ตาก ซึ่งทำการสํารวจเพื่อศึกษาคุณสมบัติโดยภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จากการสํารวจจะเห็นว่าแหล่งที่พบลิกไนท์มากที่สุดคือ ทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีคุณภาพดี และมีปริมาณมากพอที่จะเปิดทำเหมืองได้ รองลงไปคือทางภาคใต้ ซึ่งปัจจุบันก็เปิดทำเหมืองแล้วเช่นกัน ส่วนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็มีแหล่งที่พบลิกไนท์บ้างแต่ก็มีคุณภาพต่ำ และมีปริมาณน้อยมากไม่สามารถเปิดทำเหมืองได้

คุณสมบัติของลิกไนท์ในประเทศไทย (๑๐)

การศึกษาคุณสมบัติของลิกไนท์นั้นโดยทั่วไปแล้วจะทำการศึกษาหลังจากมีการสํารวจโดยละเอียด และทราบปริมาณที่มีอยู่อย่างแน่นอนแล้ว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเปิดทำเหมืองผลิตลิกไนท์ออกจำหน่าย ดังนั้นการศึกษาด้านคุณสมบัติ ส่วนมากจะกระทำในแหล่งที่มีลิกไนท์ปริมาณมากหรือแหล่งที่มีคุณภาพดี เท่านั้น ดังรายละเอียดในตารางที่ ๔.๓

ตารางที่ ๔.๓

แสดงรายละเอียดคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญของลิกไนท์ที่พบในประเทศไทย (ค่าเฉลี่ย)

แหล่ง - สถานที่	จำนวน ตัวอย่าง	ค่าความร้อนเชื้อเพลิง * (Calorific Value) (กิโลแคลอรี / ก.ก.)	เถ้า (Ash) %	ความชื้น (Moisture) %	กำมะถัน (Sulphur) %	หมายเหตุ
อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง ^(๑)	๒๖๔	๒,๖๔๒.๓๔	๒๕.๖๓	๒๖.๘๑	๒.๓๘	* เป็นค่าความร้อน ที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis)
อ.สี จ.ลำพูน ^(๒)	-	๔,๕๐๐	๑๑.๐๐	๒๘.๐๐	๑.๔๑	
อ.เมือง จ.กระบี่ ^(๑)	๓๑๕	๓,๐๓๓.๓๑	๑๗.๘๖	๓๑.๖๒	๒.๘๐	
อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ^(๓)	-	๕,๖๑๙.๗๒	๒๕.๗๕	๖๑.๕๗	๑.๓๐	
อ.แม่ระมาด จ.ตาก ^(๓)	-	๘,๐๐๙.๔๔	๑๒.๗๗	๔๕.๑๑	๐.๕๕	
อ.ป่า จ.แม่ฮ่องสอน ^(๓)	-	๖,๒๐๘.๗๕	๐๖.๘๓	๔๕.๔๔	๑.๑๙	
อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ^(๓)	-	๕,๑๘๒.๒๒	๑๗.๙๙	๔๕.๑๑	๒.๙๘	
อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ^(๓)	-	๖,๓๓๔.๔๔	๐๙.๑๗	๔๓.๘๑	๑.๓๓	
อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง ^(๓)	-	๔,๒๖๙.๐๗	๒๗.๑๕	๕๐.๙๒	๕.๑๗	
อ.งาว จ.ลำปาง ^(๓)	-	๖,๖๓๒.๒๒	๐๖.๒๑	๔๖.๓๘	๖.๕๑	
อ.แม่ทะ จ.ลำปาง ^(๓)	-	๕,๓๗๔.๕๒	๑๘.๙๓	๔๙.๐๗	๒.๙๖	
อ.วังเหนือ จ.ลำปาง ^(๓)	-	๓,๘๕๑.๑๑	๒๑.๑๐	๕๑.๓๔	๑.๓๐	
อ.ท่าสองยาง จ.ตาก ^(๓)	-	๖,๖๐๑.๐๐	๐๘.๙๐	๔๑.๓๓	๔.๓๐	

ที่มา : (๑) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

(๒) สำนักงานพลังงานแห่งชาติ

(๓) ผลการวิจัยของ ดร.เบ็ญจธรรม รัตนเสถียร เรื่อง คุณสมบัติของถ่านหินลิกไนท์ในภาคเหนือของประเทศไทย เสนอต่อสภาวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๒๔

ส่วนคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของถ่านลิกไนท์ที่พบในประเทศไทยพอแยกออกได้ดังนี้

- ถ่านลิกไนท์ที่มีสีน้ำตาลเข้มหรือดำมีชั้นของถ่านใส (Vitrain) และชั้นของถ่านมัว (Attritus) เรียงสลับกันเห็นชัด ส่วนมากแข็งแต่เปราะ เก็บไว้ได้นานในที่ร่มโดยไม่สลายตัวสามารถขนย้ายได้ในระยะทางไกล ๆ คุณสมบัติของลิกไนท์ประเภทนี้พบที่ อ. ลี้ จ. ลำพูน , อ. งาว จ. ลำปาง , อ. แม่ทะ จ. ลำปาง , อ. แม่ระมาด จ. ตาก , อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ และที่ อ. ปาย จ. แม่ฮ่องสอน เป็นต้น

- ถ่านลิกไนท์ที่มีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีชั้นของถ่านใส (Vitrain) และชั้นถ่านมัว (Attritus) เรียงสลับกันเห็นชัด แตกให้ลักษณะเป็นเส้น ๆ (Splintary) ไม่แข็งมาก เก็บไว้ในที่รุ่มนาน ๆ จะเกิดผลึกสีขาวสอดแทรกระหว่างชั้นถ่าน และถ้าทิ้งไว้นาน ๆ ต่อไปอีกลิกไนท์ก็จะแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ถ่านหินประเภทนี้ไม่เหมาะที่จะเก็บไว้นาน ๆ คุณสมบัตินี้พบได้ในแหล่งลิกไนท์ อ. ท่าสองยาง จ. ตาก และที่ อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ เป็นต้น

- ลิกไนท์กลุ่มที่มีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้ม มีสีขุ่นไม่เห็นการเรียงสลับของชั้นถ่านใสกับถ่านขุ่นชัดเจนนัก การแตกมันจะเป็นเส้นหรือเป็นลูกบาศก์ เมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ อย่างรวดเร็ว และเกิดผลึกสีขาวขึ้นบนผิวของถ่านด้วย ซึ่งถ่านในกลุ่มนี้มักเป็นถ่านที่ให้ค่าความร้อนต่ำ ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน และจากการที่แตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ถ้ากองรวมกันอยู่จะมีผลทำให้ถ่ายเทความร้อนไม่สะดวก สามารถสะสมความร้อนจนถึงขีดติดไฟได้โดยง่าย ทำให้เป็นปัญหาในการขนย้ายเป็นระยะทางไกล ๆ และการใช้งาน คุณสมบัติของลิกไนท์กลุ่มนี้พบที่ อ. แม่เมาะ จ. ลำปาง , อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง , อ. วังเหนือ จ. ลำปาง , อ. บ้านดง จ. ลำปาง , อ. เมือง จ. กระบี่ และที่เหมืองบ้านปู อ. ลี้ จ. ลำพูน เป็นต้น

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีและฟิสิกส์แล้ว จะเห็นว่าลิกไนท์ในประเทศไทยนั้น ถ้าแบ่งแยกตามตารางลำดับชั้นถ่านของประเทศอเมริกา และแคนาดา (ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ ง.๓) จะแยกลิกไนท์ที่พบในประเทศไทยออกได้ดังนี้

- ลิกไนท์ที่อยู่ในชั้นสูงถึงบิทูมินัส (Bitumenous) ชนิดบิทูมินัสเกรด ซี (High Volatile C. Bitumenous Coal) ซึ่งมีค่าความร้อนอยู่ในช่วง ๑๑,๐๐๐ Btu/lb (๖,๑๑๑ Kcal/Kg) ถึง ๑๓,๐๐๐ Btu/lb (๗,๒๒๒ Kcal/Kg) และมีคุณสมบัติไม่มี

การแตกสลายหรือระเหย เช่น แหล่งลิกไนท์ที่บ้านป่าคา อ.สี จ.ลำพูน , อ.งาว จ.ลำปาง , อ.แม่ทะ จ.ลำปาง , อ.แม่ระมาด จ.ตาก , อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ และที่ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน

- ลิกไนท์ที่มีคุณภาพถึงสับบิทูมินัส (Sub - bitumenous) ชนิดสับบิทูมินัสเกรด เอ (Sub - bitumenous A. Coal) คือมีค่าความร้อนอยู่ในช่วง ๑๑,๐๐๐ Btu/lb. (๖,๑๑๑ Kcal/Kg) ถึง ๑๓,๐๐๐ Btu/lb (๗,๒๒๒ Kcal/Kg) แต่มีคุณสมบัติที่แตกสลายได้ ได้แก่ลิกไนท์ที่พบใน อ.ท่าสองยาง จ.ตาก และ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ เป็นต้น

- ลิกไนท์ในกลุ่มที่มีความร้อนต่ำ ตั้งแต่พวกลิกไนท์ (Lignite) จนถึงสับบิทูมินัส (Sub - bitumenous) พวกนี้นอกจากจะให้ค่าความร้อนต่ำแล้วยังสามารถแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ หลังขุดขึ้นมาแล้วอย่างรวดเร็วอีกด้วย เช่น ลิกไนท์ที่พบใน อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง , อ.วังเหนือ จ.ลำปาง , อ.แม่เมาะ อ.บ้านดง จ.ลำปาง และที่ อ.เมือง จ.กระบี่ เป็นต้น

ปริมาณลิกไนท์ที่มีอยู่ในแหล่งต่าง ๆ

ปริมาณลิกไนท์ที่มีในประเทศไทยนั้นไม่มีหน่วยงานใดที่ทราบแน่นอน เพราะพื้นที่ที่พบลิกไนท์มีบริเวณกว้าง และความหนาของชั้นลิกไนท์ก็ไม่เท่ากัน ดังนั้น ค่าที่ได้จากการสำรวจจึงมีค่าประมาณ และถ้าสำรวจเบื้องต้นพบว่าลิกไนท์ปริมาณน้อยมาก หรือมีคุณภาพต่ำมาก ก็ไม่มีการสำรวจอย่างละเอียดต่อไป ปริมาณลิกไนท์ที่สำรวจไว้แล้วมีรายละเอียดในตารางที่ ๔.๔



ตารางที่ ๔.๔

แสดงปริมาณโลหิตที่พบในประเทศไทย

สถานที่	ปริมาณ (เมตริกตัน)
ต.คลองขนาน อ.เมือง จ.กระบี่	๑๐๐,๐๐๐,๐๐๐
แม่เมาะ กิ่งอ.บ้านดง จ.ลำปาง	๑๒๐,๐๐๐,๐๐๐
บ้านป่าคา อ.ลี้ จ.ลำพูน	๕,๐๐๐,๐๐๐
บ้านปู อ.ลี้ จ.ลำพูน	๑๕,๐๐๐,๐๐๐
บ้านกองกาน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	๒,๐๐๐,๐๐๐
บ้านนาช่อง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	๒,๓๐๐,๐๐๐
บ้านกอลอแฮ อ.แม่ระมาด จ.ตาก	๕,๐๐๐,๐๐๐
บ้านห้วยเตือ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน	๔,๕๐๐,๐๐๐
เหมืองแม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง	๑๐,๐๐๐,๐๐๐
รวม	๒๖๓,๘๐๐,๐๐๐

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี

แหล่งลิกไนท์ที่เปิดทำเหมืองแล้วในปัจจุบันมี ๖ แห่ง และเป็นเหมืองเปิดทั้งหมด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

๑. เหมืองแม่เมาะ กิ่งอ.บ้านดง จ.ลำปาง ดำเนินการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังไอน้ำผลิตได้เฉลี่ยวันละ ๔,๐๐๐ ตัน

๒. เหมืองกระบี่ที่บางปูดำ อ.เมือง จ.กระบี่ ดำเนินการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังไอน้ำ ผลิตได้เฉลี่ยวันละ ๑,๐๐๐ ตัน

๓. เหมืองบ้านป่าคา อ.ลี้ จ.ลำพูน ดำเนินการโดยการพลังงานแห่งชาติ ผลิตจำหน่ายในอุตสาหกรรมบ่มไยยาสูบ ใช้กับเครื่องต้มน้ำในโรงงาน ใช้เผาหินปูนทำปูนขาว ใช้เผาปูนเม็ดในโรงงานปูนซีเมนต์ เป็นต้น กำลังผลิตได้สูงสุด ๓๒๕,๐๐๐ ตันต่อปี

๔. เหมืองแม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง ดำเนินการโดยบริษัทแพรร์ลิกไนท์ จำกัด ผลิตจำหน่ายในอุตสาหกรรมบ่มไยยาสูบ

๕. เหมืองบ้านปู อ.ลี้ จ.ลำพูน ดำเนินการโดยบริษัทเวิลด์ พิว จำกัด ผลิตจำหน่ายแก่อุตสาหกรรมบ่มไยยาสูบ และโรงงานปูนซีเมนต์

๖. เหมืองแม่ตื่น อ.ระมาต จ.ตาก ดำเนินการโดยบริษัทไทยลิกไนท์ จำกัด เพิ่งเปิดดำเนินการ มีโครงการจะจำหน่ายให้กับโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป

การนำลิกไนท์มาใช้ประโยชน์

ลิกไนท์ในประเทศไทยได้มีการขุดนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๐๐ โดยนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่แม่เมาะ จ.ลำปาง ต่อมาก็มีการนำลิกไนท์มาใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรมบ่มไยยาสูบ และเครื่องปั้นดินเผา แต่ก็ยังไม่แพร่หลายนัก เพราะผลการเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันในระยะนั้นกับการใช้ลิกไนท์ปรากฏว่า การใช้ใช้น้ำมันดีกว่า ดังนั้นลิกไนท์จึงไม่เป็นที่สนใจของวงการอุตสาหกรรมเท่าที่ควร หลังจากวิกฤตการณ์การขึ้นราคาน้ำมันตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๑๖ เป็นต้นมา ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ หันมาสนใจกับปัญหานี้เป็นอย่างมาก ลิกไนท์จึงเป็นที่สนใจ และนำมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ดังแสดงยอดการใช้ลิกไนท์จากแหล่งต่าง ๆ ในตารางที่ ๔.๔

ตารางที่ ๔.๕
แสดงปริมาณลูกในท้องที่ขุดไปใช้

หน่วย : เมตริกตัน

แหล่ง	ปีที่ขุดนำมาใช้								รวม
	ก่อนปี พ.ศ. ๒๕๑๘	๒๕๑๘	๒๕๑๙	๒๕๒๐	๒๕๒๑	๒๕๒๒	๒๕๒๓	๒๕๒๔	
จ.ลำปาง	๑,๙๙๓,๙๕๖	๑๔๑,๙๓๒	๒๑๐,๕๙๕	๑๔๐,๕๗๐	๒๘๐,๙๔๒	๙๕๒,๓๗๕	๙๔๗,๓๐๘	๙๖๐,๖๑๘	๕,๖๒๘,๒๙๖
จ.ลำพูน	๒๐,๘๖๐	๑๐,๖๕๐	๒๓,๗๗๐	๔๘,๐๐๐	๘๓,๐๐๐	๑๐๐,๑๑๐	๙๔,๑๙๐	๑๒๐,๒๕๐	๕๐๐,๘๓๐
จ.ตาก	-	๖๐๐	-	-	-	-	๖๘	๘๙	๗๕๗
จ.กระบี่	๒,๑๓๑,๙๗๘	๓๐๙,๖๑๙	๔๔๕,๙๗๘	๒๕๐,๐๐๐	๒๗๕,๐๐๐	๓๐๔,๐๐๐	๓๘๕,๐๐๐	๔๘๖,๔๔๗	๕,๕๘๘,๐๒๒

ที่มา : สำนักสถิติ กรมทรัพยากรธรณี



การนำถ่านหินมาใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

ถ่านหินเริ่มมีบทบาทในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์หลังจากทั่วโลกประสบปัญหาวิกฤติการณ์ทางด้านน้ำมันเชื้อเพลิง ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๑๖ เป็นต้นมา บริษัทที่ผลิตปูนซีเมนต์ต่าง ๆ ทั่วโลกต่างก็คิดหาวิธีลดต้นทุนโดยหาพลังงานทดแทนน้ำมันที่ใช้เผาปูน โดยมีการทำวิจัยต่าง ๆ มากมาย และเริ่มมีการใช้ถ่านหินในเตาเผาปูนซีเมนต์ ตั้งแต่พ.ศ. ๒๕๒๐ เป็นต้นมา ปัจจุบันมีโรงงานต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จดังจะกล่าวต่อไป การใช้ถ่านหินในโรงงานผลิตปูนนั้นมีที่ใช้ ๒ กรณีคือ

๑. ใช้ผสมในวัตถุดิบ
๒. ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

การใช้ถ่านหินผสมไปในวัตถุดิบนั้นจะผสมเข้าไปในเตาเผาพร้อม ๆ กับวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ แล้วเกิดการเผาไหม้พร้อม ๆ กับวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ในเตาเผา ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดวัตถุดิบบางชนิดที่ขาดแคลนลง วิธีการนี้ยังทำให้ใช้พลังงานความร้อนในการใช้เผาลดน้อยลงด้วย ดังเช่นบริษัท Ssangyong Cement Ind. Co. Ltd. ตั้งอยู่ในเกาหลีใต้ มีกำลังผลิตปัจจุบัน ๕.๖ ล้านตันต่อปี มีขบวนการผลิตแบบแห้ง บริษัทนี้มีปัญหาทางด้านวัตถุดิบ คือดินเหนียว (Clay) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของปูนซีเมนต์ในประเทศเกาหลีหายาก ดังนั้นบริษัทจึงคิดค้นและทำการวิจัยหาวัตถุดิบมาทดแทนดินเหนียว (Clay) ผลการวิจัยสรุปออกมาว่าบริษัทสามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนดินเหนียว (Clay) ได้ ๒ วิธีคือ

- วิธีแรกใช้หินชนวน (Slate) หรือหินเชล (Shale) แทนดินเหนียว (Clay)
- วิธีสองใช้ถ่านหินคุณภาพต่ำแทน คือใช้ถ่านหินที่มีค่าความร้อนเชื้อเพลิง ≤ ๕๐๐ กิโลคาลอรี/ก.ก. มีขนาดโตไม่เกิน ๒๕ มม. มีความชื้น ๓ - ๗ % การผสมจะผสมรวมไปกับวัตถุดิบอื่น ๆ ในเตาเผาเลย โดยมีอัตราส่วนผสมดังตารางที่ ๔.๖

ตารางที่ ๔.๖

แสดงอัตราส่วนผสมวัตถุดิบในการผลิตปูนเม็ดของบริษัท Ssangyong Cement

หน่วย : ร้อยละ

รายการวัตถุดิบ	วิธีเดิม	วิธีที่ ๑	วิธีที่ ๒
หินปูน	๘๘.๒๐	๘๘.๕๐	๘๗.๐๒
ดิน	๕.๖๐	-	-
แร่เหล็ก	๒.๐๐	๑.๐๐	๑.๓๖
ทราย	๔.๒๐	-	๕.๑๒
หินเชล	-	๑๐.๕๐	-
ถ่านหินคุณภาพต่ำ (Waste Coal)	-	-	๖.๕๐

ที่มา : แปลจากวารสาร ZEMENT - KALK - GIPS No.5/1977 หน้า 108

การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงก็คือ ใช้ถ่านหินเป็นตัวกำเนิดพลังงานความร้อน โดยจ่ายถ่านหินที่บดละเอียดผ่านหัวฉีด (Burner) เข้าเตาเผาและเกิดการสันดาปภายในเตาเผา ให้พลังงานความร้อนในเตาเผา เพื่อใช้เผาวัตถุดิบในเตาเผาให้เป็นปูนเม็ด (Clinker) กรรมวิธีการสันดาปของถ่านหินในเตาเผา มี ๒ วิธี

- ก. ใช้ถ่านหินอย่างเดียว
- ข. ใช้ถ่านหินผสมกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น เช่น น้ำมันเตาหรือแก๊ส

การใช้ถ่านหินอย่างเดียว ตามปกติถ่านหินไม่สามารถเกิดการสันดาปได้ด้วยตนเอง แม้ว่าจะมีออกซิเจนเพียงพอก็ตาม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการทำให้อุณหภูมิภายในเตาเผาสูงเกินจุดติดไฟของถ่านหินก่อน โดยเริ่มต้นการเผาไหม้ในเตาเผาด้วยน้ำมันหรือแก๊สเสียก่อน จนในเตาเผาอุณหภูมิสูงกว่า ๗๕๐°C (อุณหภูมิจุดติดไฟของถ่านหิน $๔๘๔^{\circ}\text{C} - ๗๕๐^{\circ}\text{C}$) จากนั้นจะทำการฉีดผงถ่านที่บดละเอียดไม่น้อยกว่า ๑๗๐ เมช (mesh) เข้าเตาเผาโดยผ่านหัวเผา (Burner) พร้อม ๆ กับอากาศ

๑๐ - ๑๒.๕ % โดยน้ำหนัก เมื่อผงถ่านกับออกซิเจนในอากาศที่ฉีดเข้าไปรวมตัวกันและได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดติดไฟ ถ่านหินก็จะลุกไหม้ให้พลังงานความร้อนแก่เตาเผา ดังตัวอย่างบริษัทที่มีการใช้ถ่านหินอย่างเดี่ยวเป็นเชื้อเพลิงคือ

บริษัท Flintkote Company อยู่ในสหรัฐอเมริกา มีกำลังการผลิต ๔๑๐ ตันต่อวัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเตาเผา ๕.๑๘ เมตร ยาว ๕๔.๔๑ เมตร ใช้ผงถ่านบดละเอียดไม่น้อยกว่า ๕๐ % ผ่าน ๒๐๐ เมช (mesh) ผ่านเข้าหัวเผาโดยปรับความเร็วเตาเผาให้หมุน ๐.๖ - ๑.๒๕ รอบต่อนาที คือลดลงกว่าเดิมที่ใช้น้ำมันประมาณ ๓๐ % คุณสมบัติของถ่านหินที่ใช้มีรายละเอียดดังตารางที่ ๔.๗

ตารางที่ ๔.๗

แสดงคุณสมบัติของถ่านหินที่ใช้ในบริษัท Flintkote Company

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ความชื้น	๕.๕ - ๑๑.๕๐ %
เถ้า (Ash)	๑๒.๑๕ %
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	๕,๔๐๕ กิโลแคลอรี/ก.ก.
กำมะถัน	๐.๕๑ %
ความระเหิด (Volatile)	๔๒.๐๓ %

ที่มา : แปลจากวารสาร ZEMENT - KALK - GIPS No.8/1978 หน้า 227

บริษัท Interroselle Company ตั้งอยู่ที่ Rumelange ประเทศ Luxembourg ได้ใช้ถ่านหินอย่างเดี่ยวเป็นเชื้อเพลิงในการเผาปูนเม็ด โดยเริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๒๐ มีขนาดกำลังการผลิต ๓,๐๐๐ ตันต่อวัน โดยบดผงถ่านให้ละเอียดไม่น้อยกว่า ๕๐ % ผ่าน ๑๗๐ เมช (mesh) โดยใช้หม้อบดแบบหม้อบดนอน (Air - Swept Ball mill) โดยถ่านหินที่ใช้มี ๒ คุณภาพ คือ คุณภาพที่ ๑ (Grade 1) และคุณภาพที่ ๒ (Grade 2) ดังมีรายละเอียดดัง

ตารางที่ ๔.๘



ตารางที่ ๔.๘

แสดงคุณสมบัติของถ่านหินที่ใช้ในบริษัท Interroselle Company

คุณสมบัติ	คุณภาพที่ ๑	คุณภาพที่ ๒
ความชื้น	๖ - ๘ %	๑๐ - ๑๒ %
ความระเหิด	๑๔ - ๑๗ %	๓๕ %
เถ้า	๑๗ - ๒๕ %	๘ %
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง	๖,๖๐๐ กิโลแคลอรี/ก.ก.	๗,๓๐๐ กิโลแคลอรี/ก.ก.

ที่มา : แปลจากวารสาร ZEMENT - KALK - GIPS No. 7/1981

ปัจจุบันบริษัทนี้ใช้ถ่านหินคุณภาพที่ ๑ ทำให้มีปูนซีเมนต์เพิ่มขึ้น ๒ % อันเป็นผลมาจากเถ้าของถ่านหินนั่นเอง โครงการของบริษัทนี้จะถึงจุดคุ้มทุนประมาณ ๓ - ๔ ปี

การใช้ถ่านหินผสมกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น เช่น น้ำมันเตาหรือแก๊สหนัก ในโครงการปัจจุบัน เป็นเพียงใช้ถ่านหินผสมกับน้ำมันเตา ในการสันดาประยะเริ่มติดเตาก็ต้องใช้น้ำมันเพียงอย่างเดียว ก่อน หลังจากอุณหภูมิภายในเตาสูงถึงจุดติดไฟของถ่านหินแล้วจึงทำการฉีดผงถ่านที่บดละเอียดพร้อมอากาศเข้าไปโดยค่อย ๆ ลดปริมาณน้ำมันลง ถ่านหินเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศที่ฉีดเข้าไป และได้รับความร้อนสูงก็จะเกิดการสันดาปขึ้นภายในเตา ในการใช้ถ่านหินนี้ก็ใช้น้ำมันร่วมไปด้วย เพราะถ่านหินที่ใช้กับวิธีนี้จะเป็นถ่านหินที่คุณภาพไม่สูงนัก อัตราส่วนผสมจะคิดอัตราการใช้พลังงานความร้อนในการเผาปูนเม็ด เช่น ถ้ากล่าวว่าอัตราส่วนผสมที่ใช้น้ำมัน ๓๐ % และถ่านหิน ๗๐ % หมายความว่าในปริมาณความร้อนที่ใช้เผาปูนเม็ดทั้งหมดนั้น ใช้ปริมาณความร้อนจากน้ำมัน ๓๐ % และจากถ่านหิน ๗๐ % นั่นเอง ระบบการเผาไหม้แบบนี้มีใช้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในประเทศไทยที่ใช้คือ บริษัทชลประทานซีเมนต์ ดังตัวอย่างโรงงานที่ใช้ถ่านหินผสมกับน้ำมันเตา ดังนี้

บริษัท Alsen - Breitenburg อยู่ในตอนเหนือของประเทศเยอรมัน ได้เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๒๐ โดยเดิมใช้ผงถ่าน ๑๐๐ % ในขบวนการผลิตแบบเปียก ซึ่งมีกำลังการผลิต ๗๐๐,๐๐๐ ตันต่อปี ในโครงการใหม่ได้ใช้ถ่านหิน ๘๐ % และน้ำมันเตา ๒๐ % ของค่าความร้อนเชื้อเพลิง มีกำลังการผลิต ๑.๔ ล้านตันต่อปี ใช้อากาศ ๕ - ๗ % โดยน้ำหนัก โดยบดถ่านหินให้มีขนาด ๑๗๐ เมช (mesh) โดยมีคุณสมบัติของถ่านหินที่ใช้ดังตารางที่ ๔.๔

ตารางที่ ๔.๔

แสดงคุณสมบัติของถ่านหินที่ใช้ในบริษัท Alsen - Breitenburg

หน่วย : ร้อยละ

คุณสมบัติ	ปริมาณ		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
ค่าความร้อนเชื้อเพลิง กิโลคาลอรี/ก.ก.	๖,๖๐๐	๕,๘๐๐	๖,๒๐๐
เถ้า (Ash) %	๑๘	๗	๑๒
การระเหิด (Volatile) %	๓๔	๒๐	๓๐
ความชื้น %	๑๕	๕	๕
กำมะถัน %	๒.๕	๐.๕	๑.๒

ที่มา : แปลจากวารสาร ZEMENT - KALK - GIPS No. 9/1979 หน้า 419

บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด ได้เริ่มใช้ถ่านหินลิกไนท์ในประเทศไทยผสมกับน้ำมันเตาเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๒๓ ในระยะแรกใช้อัตราส่วนน้ำมันเตา ๘๐ % ลิกไนท์ ๒๐ % โดยเริ่มโครงการครั้งแรกที่โรงงานตากสิ จังหวัดนครสวรรค์ ต่อมาได้มีการปรับปรุงขึ้นเรื่อย ๆ ในกลางปี พ.ศ. ๒๕๒๓ ก็ได้ปรับปรุงได้ในอัตราส่วน น้ำมันเตา ๕๐ % ลิกไนท์ ๖๐ % เมื่อปลายปีพ.ศ. ๒๕๒๔ นี้ บริษัทชลประทานซีเมนต์ก็ประสบความสำเร็จในการทดลองใช้ถ่านหินลิกไนท์ผสมกับน้ำมันเตาในอัตราส่วน ถ่านหินลิกไนท์ ๗๕ % น้ำมันเตา ๒๕ % โดยดำเนินการที่ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี

ขนาดกำลังผลิต ๑,๒๐๐ ตันต่อวัน ปัญหาต่าง ๆ ในระบบการผลิตไม่มี ถ่านลิกไนท์ที่ใช้มีคุณสมบัติ ดังตารางที่ ๔.๑๐

ตารางที่ ๔.๑๐

แสดงคุณสมบัติของลิกไนท์ที่ใช้ในบริษัท ชลประ ทานซีเมนต์ จำกัด

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่ความชื้น เป็นศูนย์ (Dry Basis) กิโลแคลอรี/ก.ก.	๔,๘๐๐ - ๕,๕๐๐
เถ้า (Ash) %	๑๕ - ๒๔
ความชื้น %	๒๒ - ๔๕
กำมะถัน (ไม่เกิน) %	๒

ที่มา : ผลการวิจัยของบริษัทชลประทานซีเมนต์

จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะใช้ถ่านหินมาเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้ถ่านหินอย่างเดียวหรือถ่านหินผสมกับน้ำมันเตา ดังมีบริษัทต่าง ๆ ที่เปิดดำเนินการแล้วทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงนั้นจะต้องมีความรู้ด้านเทคนิคสูง เพราะในการสันดาปของถ่านหินจะใช้เวลานานกว่าการใช้น้ำมันหรือแก๊ส นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดอื่น ๆ ที่สำคัญอีกดังนี้

ก. ค่าความร้อนเชื้อเพลิงจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของถ่านหิน ถ้าว่านหินมีคุณภาพสูง ก็จะมีค่าความร้อนสูง ทั้งนี้ถ้าว่านหินมีคุณภาพสูงก็จะเผาไหม้และให้ค่าความร้อนสูง อุณหภูมิที่ได้จากการเผาไหม้ก็สูงขึ้นตามด้วย

ข. เถ้า (Ash) ถ้าว่านหินถ้ามีมาก เกินไปจะทำให้คุณสมบัติของปูน เม็ดที่ได้ผิดไปจากมาตรฐานที่อุตสาหกรรมกำหนดไว้ได้

ค. การระเหิด (Volatile) ถ้าถ่านหินมีการระเหิดสูงจะมีการลุกไหม้ได้เร็วกว่าถ่านหินที่มีการระเหิดต่ำ ดังนั้นถ่านหินที่จะนำมาใช้จึงต้องมีการพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การระเหิดด้วย

ง. ความชื้น มีผลต่อการเผาไหม้ ถ้าถ่านหินมีความชื้นมากจะทำให้การเผาไหม้เป็นไปได้ช้า ช่วงการเผาไหม้ในเตาจะผิดปกติไป อาจทำให้ค่าความร้อนที่ใช้ผิดไปเพราะต้องใช้ความร้อนส่วนหนึ่งในการทำให้น้ำในผงถ่านระเหิดออก

จ. กำมะถัน เป็นสารที่เกิดปฏิกิริยากับผนังเตาซึ่งทำด้วยอิฐทนไฟ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดการบำรุงรักษาสูง และไม่ให้คุณสมบัติของปูนเม็ดผิดคุณภาพไป กำมะถันจึงเป็นตัวจำกัดที่มีความสำคัญมาก

จากการที่ได้ศึกษามาในบทก่อน ๆ จะเห็นว่า ถ่านหินลิกไนท์ในประเทศไทยนั้นมีความสมบัติไม่สูงมากนัก ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ๑๐๐ % ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการผสมกับน้ำมันเตาเพื่อให้ได้ค่าความร้อนที่เพียงพอกับการเผาปูนเม็ด ในการวิจัยนี้จะพิจารณาในอัตราส่วนผสมโดยใช้ลิกไนท์ ๗๕ % และน้ำมันเตา ๒๕ % จากจำนวนค่าความร้อนเชื้อเพลิงทั้งหมดที่ใช้ในการเผาปูนเม็ด โดยลิกไนท์ที่ใช้จะพิจารณาเฉพาะลิกไนท์ที่มีอยู่ในประเทศไทยเท่านั้น ส่วนคุณสมบัติของถ่านลิกไนท์ที่จะมาใช้พิจารณาเปรียบเทียบกับบริษัท ชลประทานซิเมนต์ จำกัด ซึ่งปัจจุบันได้มีการใช้ลิกไนท์เป็นเชื้อเพลิง ที่อ.ชะอำ จ. เพชรบุรี

แหล่งลิกไนท์ในประเทศไทยที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์

การนำถ่านลิกไนท์ในประเทศไทยมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมกับน้ำมันเตานั้น ปัจจุบันบริษัท ชลประทานซิเมนต์ จำกัด ประสบผลสำเร็จมาก คือสามารถนำถ่านลิกไนท์ในประเทศไทยมาผสมกับน้ำมันเตาในอัตรา ๗๕ % ต่อ ๒๕ % ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาปูนเม็ด ขนาด ๑,๒๐๐ ตันต่อวัน ได้สำเร็จโดยไม่มีปัญหาใด ๆ ทั้งในด้านระบบการสันดาปและคุณภาพปูนเม็ดที่ได้ก็อยู่ในพิสัยของมาตรฐานอุตสาหกรรม จากการศึกษาด้านคุณสมบัติของถ่านลิกไนท์พบว่าลิกไนท์เพียงบางแห่งเท่านั้นที่สามารถอยู่ในขอบเขตที่ใช้งานได้จริง ๆ ทั้งนี้เพราะการนำลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้น ค่าความร้อน ค่าความคงเหลือเจ้าถ่านและค่ากำมะถัน ถูกจำกัดไม่ให้มากเกินไป ทั้งนี้เพื่อไม่ให้คุณสมบัติของปูนเม็ดที่ออกมาผิดมาตรฐานอุตสาหกรรมไป นอกจากนี้แล้วในการพิจารณาความเหมาะสมในแหล่งต่าง ๆ นั้น ปริมาณที่มีอยู่ก็เป็นเรื่องที่ต้องนำมาพิจารณา ดังนั้นในการวิจัยนี้จะพิจารณาแหล่งลิกไนท์ที่มีความสมบัติอยู่ในขอบเขตที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ตามที่บริษัทชลประทานซิเมนต์ใช้อยู่ปัจจุบัน และจะพิจารณา

ในแหล่งที่มีปริมาณที่มากพอเปิดทำเหมืองได้ หรือเปิดทำเหมืองอยู่แล้ว จากการศึกษาพบว่าถ่านลิกไนท์ในประเทศไทยที่มีคุณสมบัตินำมาใช้กับโรงปูนได้นั้นมีเพียง ๒ แห่ง คือ

๑. ที่ตำบลแม่ตึบ อำเภอองาว จังหวัดลำปาง
๒. ที่ตำบลแม่ตึ่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

๑. ถ่านลิกไนท์ที่ ตำบลแม่ตึบ อำเภอองาว จังหวัดลำปาง ปัจจุบันเปิดทำเหมืองโดยบริษัท แพร่ลิกไนท์ จำกัด มีถ่านลิกไนท์ประมาณ ๑๐ ล้านตัน คุณสมบัติของลิกไนท์มีรายละเอียดตามตารางที่ ๔.๑๑

ตารางที่ ๔.๑๑

ตารางคุณสมบัติของลิกไนท์ที่เหมือง ต.แม่ตึบ อ.องาว จ.ลำปาง

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis)	๔,๐๐๐ + ๕๐๐ กิโลแคลอรี/ก.ก.
ค่าความชื้น	๒๐ + ๕ %
เถ้า (Ash)	๒๐ + ๕ %
กำมะถัน	๑ + ๐.๒ %

ที่มา : บริษัทแพร่ลิกไนท์ จำกัด



๒. ลิกไนท์ที่ ตำบลแม่ตื่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ปัจจุบันเปิดทำเหมืองโดยบริษัท ไทยลิกไนท์ จำกัด มีลิกไนท์ประมาณ ๕ ล้านตัน จะเริ่มขุดจำหน่ายในปี ๒๕๒๕ คุณสมบัติของ ลิกไนท์ที่พบมีรายละเอียดตามตารางที่ ๔.๑๒

ตารางที่ ๔.๑๒

แสดงคุณสมบัติของลิกไนท์ที่เหมือง ต.แม่ตื่น อ.แม่ระมาด จ.ตาก

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าความร้อน เชื้อเพลิงที่ความชื้น เป็นศูนย์ (Dry Basis)	๕,๕๐๐ กิโลแคลอรี/ก.ก.
ค่าความชื้น	๑๒ %
เถ้า (Ash)	๑๒ %
กำมะถัน	๐.๔ %

ที่มา : บริษัทไทยลิกไนท์ จำกัด

จากการศึกษาคุณสมบัติของลิกไนท์ทั้ง ๒ แหล่งแล้ว จะเห็นว่าแหล่งที่ ต.แม่ตื่น อ.แม่ระมาด จ.ตาก มีคุณภาพดีกว่า ให้ค่าความร้อนที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis) ถึง ๕,๕๐๐ กิโล - แคลอรี/ก.ก. ความชื้นเพียง ๑๒ % เถ้า ๑๒ % และกำมะถัน ๐.๔ % ส่วนลิกไนท์ที่แหล่ง ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง ให้ค่าความร้อนที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis) ๕,๐๐๐ กิโล - แคลอรี/ก.ก. ค่าความชื้น ๒๐ % เถ้า ๒๐ % และกำมะถัน ๑ %

ลิกไนท์ที่มีคุณสมบัติใช้ในการเผาปูนเม็ดได้ทั้ง ๒ แห่งนี้ มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะ ค่าความร้อนเชื้อเพลิง และค่าความชื้น ดังนั้นค่าความร้อนเชื้อเพลิงสุทธิของลิกไนท์ที่ขุดได้ในแต่ละ แหล่งจึงต่างกัน ซึ่งมีวิธีการคำนวณหาความร้อนสุทธิได้ดังนี้

$$\text{ความร้อนสุทธิ} = \text{ความร้อนที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis)} \times \left(1 - \frac{\% \text{ ความชื้น}}{100} \right)$$

ตารางที่ ๔.๑๓
แสดงค่าความร้อนสุทธิของลิกไนต์แต่ละแหล่ง

แหล่ง	คุณสมบัติ		
	ค่าความร้อนที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis) (กิโลแคลอรี/ก.ก.)	ความชื้น (%)	ค่าความร้อนสุทธิ (กิโลแคลอรี/ก.ก.)
ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง	๕,๐๐๐	๒๐	๔,๐๐๐
ต.แม่ตึน อ.แม่ระมาด จ.ตาก	๕,๕๐๐	๑๒	๔,๘๔๐

จากตารางที่ ๔.๑๓ จะเห็นว่า ลิกไนต์ที่ ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง มีค่าความร้อนที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis) ๕,๐๐๐ กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม แต่มีความชื้น ๒๐ % ดังนั้นลิกไนต์ที่ขุดจากแหล่งนี้ ๑ กิโลกรัม จึงมีความร้อนสุทธิเพียง ๔,๐๐๐ กิโลแคลอรี ส่วนที่ ต.แม่ตึน อ.แม่ระมาด จ.ตาก มีค่าความร้อนที่ความชื้นเป็นศูนย์ (Dry Basis) ๕,๕๐๐ กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีความชื้น ๑๒ % ดังนั้นลิกไนต์ที่ขุดจากแหล่งนี้ ๑ กิโลกรัม จึงมีค่าความร้อนสุทธิ ๔,๘๔๐ กิโลแคลอรี

ราคาการจำหน่ายลิกไนท์ในปัจจุบัน

ปัจจุบันการจำหน่ายลิกไนท์ของบริษัทแพร่ลิกไนท์ จำกัด กับบริษัทไทยลิกไนท์ จำกัด มีทั้งลิกไนท์คัดขนาด และไม่คัดขนาด เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของลูกค้า การจำหน่ายมีทั้งราคาหน้าเหมือง และราคาส่งถึงลูกค้าโดยจะรวมค่าขนส่งเข้าไปด้วย ในการวิจัยในโครงการนี้ก็จะสั่งซื้อในราคาที่ส่งถึงโรงงานปูนเลย ดังนั้นปัญหาเรื่องการขนส่งลิกไนท์เป็นหน้าที่รับผิดชอบของบริษัทผู้ผลิตลิกไนท์ ราคาการจำหน่ายแสดงในตารางที่ ๔.๑๔

ตารางที่ ๔.๑๔

แสดงราคาลิกไนท์ที่จำหน่ายในปัจจุบัน (มี.ย. ๒๕๒๕)

หน่วย : บาท/ตัน

บริษัทผู้ผลิต	ขนาด (นิ้ว)	ราคา หน้าเหมือง	ราคาส่งถึงที่		
			จ.นครสวรรค์	จ.สระบุรี	จ.เพชรบุรี
บริษัทแพร่ลิกไนท์ จำกัด ด.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง	๐ - ๑ ๒	๓๐๐	๕๗๐	๖๐๐	๗๐๐
	๑ - ๒	๔๕๐	๗๒๐	๗๕๐	๘๕๐
	๒ - ๖	๕๐๐	๗๗๐	๘๐๐	๙๐๐
	๑ - ๖ ๒	๔๗๕	๗๔๕	๗๗๕	๘๗๕
บริษัทไทยลิกไนท์ จำกัด ด.แม่ตึน อ.แม่ระมาด จ.ตาก	๐ - ๑ ๒	๔๐๐	๗๒๐	๗๕๐	๘๕๐
	๑ - ๒	๖๐๐	๙๒๐	๙๕๐	๑,๐๕๐
	๒ - ๖	๖๕๐	๙๗๐	๑,๐๐๐	๑,๑๐๐
	๑ - ๖ ๒	๖๒๕	๙๔๕	๙๗๕	๑,๐๗๕

ที่มา : บริษัทผู้ผลิต

การกำหนดราคาลิกไนท์ของแต่ละบริษัท จะกำหนดตามคุณภาพของลิกไนท์ จากตารางที่ ๔.๑๔ จะเห็นว่า ลิกไนท์ขนาด ๐ - $\frac{๑}{๒}$ นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดเล็กนั้นราคาจะถูก ทั้งนี้เนื่องมาจาก ลิกไนท์ที่มีคุณสมบัติแห้งละเอียด จะเป็นลิกไนท์ที่มีคุณภาพต่ำ มีค่าเผ่าถ่านและกำมะถันสูง สามารถติดไฟได้ด้วยตนเอง ไม่เหมาะสมกับการขนย้ายในระยะทางไกล ๆ ดังนั้นลิกไนท์ขนาดนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับโรงปูนซีเมนต์ ลิกไนท์ขนาด $\frac{๑}{๒}$ - ๒ นิ้ว ซึ่งเป็นลิกไนท์ขนาดกลางเป็นลิกไนท์ที่มีคุณสมบัติและคุณภาพสูงขึ้น สามารถขนย้ายในระยะทางไกล ๆ ได้ ดังนั้นลิกไนท์ขนาดนี้จึงสามารถนำไปใช้กับโรงปูนซีเมนต์ได้ ลิกไนท์ขนาด ๒ - ๖ นิ้ว เป็นลิกไนท์ที่มีคุณสมบัติสูง ให้ค่าความร้อนสูงกว่า ค่าความชื้นเฉลี่ยเล็กน้อย ราคาจึงสูงกว่าลิกไนท์ขนาดอื่น ๆ ดังนั้นลิกไนท์ขนาดตั้งแต่ $\frac{๑}{๒}$ นิ้วขึ้นไปถึงขนาด ๖ นิ้ว เป็นขนาดที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับโรงปูน แม้ว่าลิกไนท์ขนาด $\frac{๑}{๒}$ - ๒ นิ้ว เป็นขนาดที่สามารถนำมาใช้กับโรงปูนซีเมนต์ได้และราคาถูกก็ตาม ในการนำลิกไนท์มาใช้กับอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ นั้นต้องใช้ลิกไนท์ปริมาณมาก ถ้าคัดเอาแต่ลิกไนท์ขนาด $\frac{๑}{๒}$ - ๒ นิ้วมาใช้งานแล้ว จะทำให้ลิกไนท์ขนาดอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากขบวนการผลิตลิกไนท์ขนาด $\frac{๑}{๒}$ - ๒ นิ้ว นี้เหลือเป็นจำนวนมาก ดังแสดงเปอร์เซ็นต์ของลิกไนท์ขนาดต่าง ๆ ที่ขุดได้จากเหมือง ในตารางที่ ๔.๑๕

ตารางที่ ๔.๑๕

แสดงเปอร์เซ็นต์ขนาดต่าง ๆ ของลิกไนท์ที่ขุดได้จากเหมือง

หน่วย : ร้อยละ

ขนาดของลิกไนท์	จำนวนที่ขุดได้
หินเชล (Shale)	๑๐
ลิกไนท์ ๐ - $\frac{๑}{๒}$ นิ้ว	๔๐
$\frac{๑}{๒}$ - ๒ นิ้ว	๓๐
๒ - ๖ นิ้ว	๒๐

ที่มา : บริษัทแพร์ลิกไนท์ จำกัด



จากตารางที่ ๔.๑๕ จะเห็นว่า ในการขุดลิกไนท์ขึ้นมาจากเหมืองนั้น ได้ลิกไนท์ขนาด ๐ - $\frac{2}{2}$ นิ้ว มีถึง ๔๐ % ขนาด $\frac{2}{2}$ - ๒ นิ้ว มี ๓๐ % และขนาด ๒ - ๖ นิ้ว มี ๒๐ % ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่โรงปูนจะซื้อลิกไนท์เฉพาะขนาด $\frac{2}{2}$ - ๒ นิ้ว เพราะลิกไนท์ขนาด ๒ - ๖ นิ้ว ที่เป็นผลพลอยได้นั้นหาผู้ซื้อยาก และราคาค่อนข้างสูง แต่คุณภาพก็สูงด้วย ส่วนลิกไนท์ขนาด ๐ - $\frac{2}{2}$ นิ้ว เป็นลิกไนท์ที่มีคุณภาพต่ำ มีวัสดุอื่นเจือปนมาก ซึ่งทางบริษัทผู้ผลิตสามารถแก้ปัญหาได้โดยการนำลิกไนท์ขนาด ๐ - $\frac{2}{2}$ นิ้ว นี้ไปเข้าขบวนการล้าง (Washing Process) และอัดเป็นลิกไนท์ก้อน ซึ่งก็ยังมีค่าความชื้นสูง แต่สามารถส่งขายให้กับโรงงานบ่มเถ้าปูน โรงงานถลุงเหล็ก และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ไม่จำกัดด้านความชื้นในลิกไนท์ ในการซื้อลิกไนท์มาใช้กับโรงปูนซีเมนต์ จึงจำเป็นต้องซื้อลิกไนท์ ที่มีขนาดตั้งแต่ $\frac{2}{2}$ - ๖ นิ้ว ด้วยราคาที่เฉลี่ยระหว่างลิกไนท์ขนาด $\frac{2}{2}$ - ๒ นิ้ว และขนาด ๒ - ๖ นิ้ว ดังแสดงในตารางที่ ๔.๑๔ ที่ผ่านมา ในการวิจัยนี้จึงจะส่งซื้อลิกไนท์ขนาด $\frac{2}{2}$ - ๖ นิ้ว มาใช้กับโครงการนี้

ศึกษาราคาลิกไนท์ ลิกไนท์ทั้ง ๒ แห่งนั้น มีราคาที่แตกต่างกัน ดังนั้นการพิจารณาแหล่งลิกไนท์ที่เหมาะสมสำหรับโครงการนี้ จึงจำเป็นต้องศึกษาราคาต่อค่าความร้อน เชื้อเพลิงของลิกไนท์แต่ละแหล่ง เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสม โดยในการวิจัยนี้จะพิจารณาราคาที่ขนส่งถึงโรงปูนซีเมนต์ที่อยู่ในอ.แก่งคอย จ.สระบุรี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. ลิกไนท์จากเหมือง ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง เปิดทำเหมืองและจำหน่ายโดยบริษัทแพร่ลิกไนท์ โดยเริ่มขุดจำหน่าย เมื่อปี ๒๕๒๓ แต่ปริมาณที่ขุดจำหน่ายไม่มากนัก ราคาจำหน่ายถึงโรงงานปูน อ.แก่งคอย จ.สระบุรี สำหรับลิกไนท์ขนาด $\frac{2}{2}$ - ๖ นิ้ว ราคาตันละ ๗๗๕ บาท ซึ่งลิกไนท์แหล่งนี้ให้ค่าความร้อนสุทธิเฉลี่ย ๔,๐๐๐ กิโลคาลอรีต่อกิโลกรัม ดังนั้นลิกไนท์จากแหล่งนี้จะมีราคา ๑.๘๓๗๕×๑๐^{-๔} บาทต่อกิโลคาลอรี (๑๑)

ข. ลิกไนท์จากเหมือง ต.แม่ตึน อ.แม่ระมาด จ.ตาก เปิดทำเหมืองโดยบริษัทไทยลิกไนท์ จำกัด เพิ่งเปิดดำเนินการเมื่อต้นปี ๒๕๒๕ นี้ ปัจจุบันบริษัทแพร่ลิกไนท์เป็นผู้จำหน่ายราคาจำหน่ายถึงโรงงานปูน อ.แก่งคอย จ.สระบุรี สำหรับลิกไนท์ขนาด $\frac{2}{2}$ - ๖ นิ้ว ราคาตันละ ๘๗๕ บาท ซึ่งให้ค่าความร้อนสุทธิเฉลี่ย ๔,๔๔๐ กิโลคาลอรีต่อกิโลกรัม ดังนั้น ลิกไนท์จาก

แหล่งนี้ มีราคา ๒.๐๑๔๕×๑๐^{-๔} บาทต่อกิโลคาลอรี (๑๒)

จากการศึกษาด้านราคาต่อค่าความร้อนแล้ว จะเห็นว่าราคาลิกไนท์จากเหมือง ต.แม่ตื่น
อ.แม่ระมาด จ.ตาก มีราคาแพงกว่า ลิกไนท์จากเหมือง ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง
 ๐.๐๗๗×๑๐^{-๔} บาทต่อกิโลคาลอรี

ศึกษาปริมาณที่จะนำมาใช้ได้ ลิกไนท์ทั้ง ๒ แหล่ง มีปริมาณไม่เท่ากัน ที่เหมือง ต.แม่ตึบ
อ.งาว จ.ลำปาง มีประมาณ ๑๐ ล้านตัน ส่วนที่เหมืองต.แม่ตื่น อ.แม่ระมาด จ.ตาก มี
ประมาณ ๕ ล้านตัน แต่ลิกไนท์ที่มีขนาด $\frac{๑}{๒}$ - ๖ นิ้ว นั้นมีเพียง ๕๐ % ของลิกไนท์แต่ละแหล่ง
ดังนั้นลิกไนท์จากเหมืองต.แม่ตึบ ที่สามารถนำมาใช้กับโรงปูนได้จึงมี ๕ ล้านตัน และที่เหมือง
ต.แม่ตื่น มี ๒.๕ ล้านตัน การศึกษาด้านปริมาณที่ต้องการใช้ลิกไนท์มีความสำคัญมาก เพราะอัตรา
การใช้ลิกไนท์ในโรงงานผลิตปูนซีเมนต์มีปริมาณต่อวันสูง ดังนั้นปริมาณลิกไนท์จากแหล่งที่จะนำมาใช้
ต้องมีปริมาณที่มากพอใช้ได้อย่างน้อย ๑๐ ปี ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับอายุการใช้งานของเครื่อง
จักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเผาปูนเม็ด ๑ กิโลกรัมจะต้องใช้ความร้อน ๗๘๐ กิโลคาลอรี
ดังนั้นถ้ามีการใช้ความร้อนจากลิกไนท์ ๗๕ % และจากน้ำมันเตา ๒๕ % ดังนั้น การเผาปูนเม็ด
๑ กิโลกรัม จะใช้ความร้อนจากลิกไนท์ ๕๘๕ กิโลคาลอรี จากน้ำมันเตา ๑๙๕ กิโลคาลอรี และ
ในการพิจารณาอัตราการใช้ลิกไนท์นั้นก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางด้านค่าความร้อนสุทธิของลิกไนท์ในแต่ละ
แหล่งด้วย ถ้าลิกไนท์แหล่งใดให้ค่าความร้อนสุทธิต่ำ ปริมาณการใช้ลิกไนท์ก็จะมาก และถ้าลิกไนท์
แหล่งใดให้ค่าความร้อนสุทธิสูง ปริมาณลิกไนท์ที่จะใช้ก็จะน้อยลงเป็นต้น ดังแสดงรายละเอียดปริมาณ
การใช้ดังต่อไปนี้

ก. ลิกไนท์ อ.งาว จ.ลำปาง ๑ กิโลกรัมให้ค่าความร้อนสุทธิ ๔,๐๐๐ กิโลคาลอรี

$$\text{ลิกไนท์ ๑ กิโลกรัม จะเผาปูนเม็ดได้} = \frac{๔,๐๐๐}{๕๘๕} = ๖.๘๓๗๖ \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{ดังนั้น ปูนเม็ด ๔,๐๐๐ตันจะใช้ลิกไนท์} = \frac{๔,๐๐๐}{๖.๘๓๗๖} = ๕๘๕ \text{ ตัน}$$

นั่นคือ โรงปูนขนาดกำลังผลิต ๔,๐๐๐ ตัน/วัน จะใช้ลิกไนท์จากแหล่งนี้ ๕๘๕ ตัน/วัน
หรือ ๑๗๔,๕๐๐ ตัน/ปี

แต่ลิกไนท์แหล่งนี้ ที่สามารถใช้กับโรงปูนซีเมนต์ได้มี ๔ ล้านตัน

ดังนั้นลิกไนท์แหล่งนี้ จะสนองความต้องการของโครงการนี้ได้ถึง ๒๔ ปี ๒ เดือน

ข. ลิกไนท์ อ.แม่ระมาด จ.ตาก ๑ กิโลกรัม ให้ค่าความร้อนสุทธิ ๔,๘๔๐ กิโลคาลอรี

ลิกไนท์ ๑ กิโลกรัม จะใช้เผาปูนเม็ดได้ = $\frac{๔,๘๔๐}{๕๘๕} = ๘.๒๗๓๔$ กิโลกรัม

ดังนั้น ปูนเม็ด ๔,๐๐๐ ตัน จะใช้ลิกไนท์ = $\frac{๔,๐๐๐}{๘.๒๗๓๔} = ๔๘๔$ ตัน

นั่นคือ โรงปูนขนาดกำลังผลิต ๔,๐๐๐ ตัน/วัน จะใช้ลิกไนท์จากแหล่งนี้ ๔๘๔ ตัน/วัน
หรือ ๑๔๕,๒๐๐ ตัน/ปี

แต่ลิกไนท์แหล่งนี้ ที่สามารถมาใช้กับโรงปูนซีเมนต์ได้มี ๒.๕ ล้านตัน

ดังนั้น ลิกไนท์แหล่งนี้ จะสนองความต้องการของโครงการนี้ได้ ๑๗ ปี ๒ เดือน

จากการศึกษาด้านปริมาณลิกไนท์ ที่จะนำมาใช้ได้นั้น จะเห็นว่าแหล่งลิกไนท์ทั้ง ๒ แหล่ง สามารถสนองโครงการนี้ ได้มากกว่า ๑๐ ปีแน่นอน ถึงแม้จะมีการนำลิกไนท์ไปใช้กับอุตสาหกรรมอื่นบ้างก็ตาม แต่ก็เป็นส่วนน้อย เมื่อเทียบกับอัตราการใช้ของโรงปูน

ดังนั้น แหล่งลิกไนท์ที่เหมาะสมสำหรับโครงการนี้ คือ แหล่งที่ ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง ซึ่งมีราคาต่อค่าความร้อนต่ำกว่า แหล่งที่ ต.แม่ตึน อ.แม่ระมาด จ.ตาก และระยะเวลาที่จะนำมาใช้ได้นั้น จะเห็นว่าจากเหมือง อ.งาว จ.ลำปาง ก็ยังมีระยะเวลาที่ยาวนานกว่า ในการวิจัยนี้จึงจะสั่งซื้อลิกไนท์จากแหล่ง อ.งาว จ.ลำปาง โดยซื้อในราคาส่งถึงโรงงานปูนซีเมนต์ ที่ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี

วิธีการจัดหาลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงปูนซีเมนต์

ปัจจุบันลิกไนท์ ที่ ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง ได้เปิดทำเหมืองและขุดจำหน่ายโดยบริษัท แพร่ลิกไนท์ จำกัด เป็นเหมืองแบบเปิด มีกำลังการผลิต ๖๐๐ ตัน/วัน โดยราคาส่งถึงโรงปูน อ.แก่งคอย จ.สระบุรี สำหรับลิกไนท์ขนาด $\frac{๑}{๒}$ - ๖ นิ้ว นั้นมีราคา ๗๗๕ บาทต่อตัน การสั่งซื้อสามารถติดต่อสั่งซื้อได้ ๒ แห่ง คือ

ก. บริษัทแพร์ลิกไนท์ จำกัด ตั้งอยู่ที่ ๔๘/๑ ขอยทุ่งกวาว ๑ ถนนยนตรกิจโกศล
อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ โทร. ๐๕๔ - ๕๑๑๐๒๖

ข. บริษัทแพร์ลิกไนท์ สาขารุงเทพฯ เลขที่ ๒๐๕ ถนนพญาไท ชั้น ๒ อาคารเงินทุน
ยูนิเด็ค สยามสแควร์ ๗ กรุงเทพมหานคร โทร. ๒๕๑ - ๕๔๔๕ - ๖ ดังนั้นปัญหาการจัดหา
ลิกไนท์ที่ป้อนเข้าโรงปูนในอัตรา ๔๔๕ ตันต่อวัน จึงไม่มีปัญหาใด ๆ การขนส่งจะขนส่งโดยรถ
บรรทุก ๑๐ ล้อ ขนได้คันละ ๑๔ ตัน อัตราการขนเข้าถึงโรงงานโดยเฉลี่ย ๒ คันรถต่อชั่วโมง

การเตรียมลิกไนท์เข้าเตาเผาปูนเม็ด ^(๓)

ปกติลิกไนท์จะไม่สามารถลุกไหม้ได้อย่างรวดเร็ว แม้ว่ามียอกซิเจนเพียงพอก็ตาม ทั้งนี้
เพราะลิกไนท์มีอุณหภูมิติดไฟที่ ๖๒๐°C การนำลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาปูนเม็ด
จะต้องทำให้เกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการใช้ลิกไนท์เป็นเชื้อเพลิงต้องทำให้อุณหภูมิ
ภายในเตาเผาสูงเสียก่อน เพื่อให้ลิกไนท์เกิดการลุกไหม้ได้ทันที ในการเริ่มติดเตาเผาจะต้องใช้
น้ำมันเตาอย่างเดี่ยวนั้นเป็นเชื้อเพลิงก่อนประมาณ ๖ ชั่วโมง จากนั้นจึงค่อย ๆ สีดมลงลิกไนท์เข้าไป
พร้อมกับค่อย ๆ ลดปริมาณน้ำมันเตาลง ขณะเดียวกันก็เพิ่มปริมาณลิกไนท์ขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอัตรา
ส่วนที่ต้องการ สาเหตุที่ใช้ลิกไนท์ผง ก็เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวการลุกไหม้ให้กับลิกไนท์ นั้นเอง
ดังนั้น การนำลิกไนท์มาใช้กับเตาเผาปูนซีเมนต์ จึงจำเป็นต้องบดลิกไนท์ให้ละเอียด เพื่อให้ลิกไนท์
เกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ลิกไนท์ที่ส่งซื้อจากเหมือง ต.แม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง มีขนาด
 $\frac{๖}{๒}$ - ๖ นิ้ว ค่าความร้อนสุทธิ ๔,๐๐๐ กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ในการผลิตปูนเม็ด ๔,๐๐๐ ตัน/วัน
จะใช้ลิกไนท์ ๔๔๕ ตัน/วัน ลิกไนท์ที่ใช้จะต้องบดละเอียดอย่างน้อย ๔๕ % มีขนาดเล็กกว่า ๔๐
ไมครอน (Micron) ความชื้นไม่เกิน ๑๐ % ดังนั้นลิกไนท์ที่ส่งเข้ามาจะต้องนำมาผ่านขบวนการ
การบดก่อนนำไปใช้งาน ในขบวนการบดลิกไนท์นั้น จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะลิกไนท์
ที่บดละเอียดนั้นมีโอกาสติดไฟได้ง่าย โดยเฉพาะลิกไนท์คุณภาพต่ำหากทิ้งไว้หมักหมมนาน ๆ ก็อาจติด
ไฟได้เอง ดังนั้นในขบวนการผลิตจึงต้องมีการทำความสะอาดเครื่องจักรและอุปกรณ์อยู่เสมอ ๆ
บางครั้งจะต้องมีการหยุดเครื่อง เพื่อทำความสะอาดเครื่องจักรและอุปกรณ์ ด้วยเหตุผลนี้เองในการ
ทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการบดลิกไนท์ จึงต้องมีเวลาเผื่อไว้สำหรับทำความสะอาดเครื่องจักรด้วย

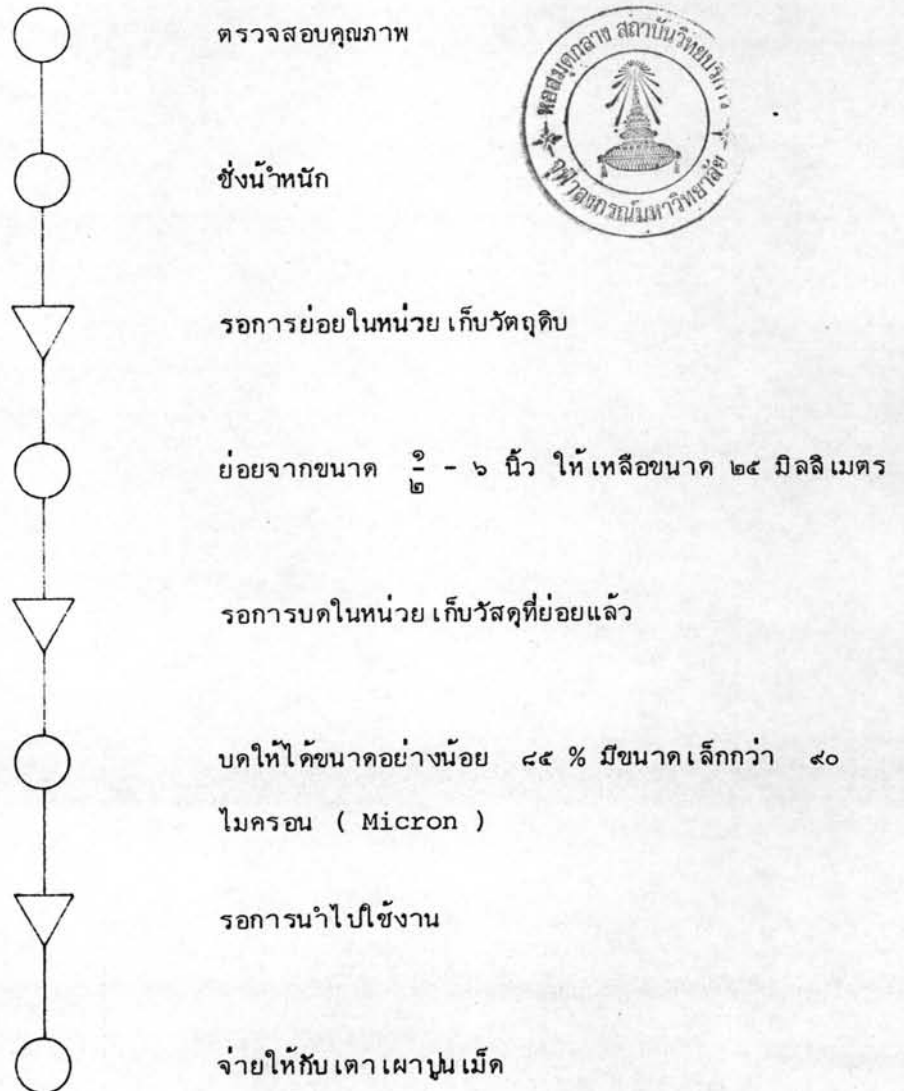
นั่นคือ เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตจะต้องมีขีดความสามารถในการบดลิกไนท์ได้ในอัตราที่มากกว่า อัตราความต้องการของเขาเผา ทั้งนี้ เพื่อจะได้มีลิกไนท์ผงเก็บไว้ป้อนเข้าเตาเผาอย่างเพียงพอในกรณีที่มีการหยุดเครื่องบด ในการวิจัยนี้จะสมมุติฐานว่า เครื่องจักรในขบวนการบดลิกไนท์ ทำงานวันละ ๒๒ ชั่วโมง โดยเผื่อไว้ทำความสะอาดวันละ ๒ ชั่วโมง ดังนั้นอัตราการใช้ลิกไนท์ ๕๕๕ ตัน/วัน หม้อเผาทำงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง นั่นคือ หม้อเผาต้องการลิกไนท์ ๒๔.๓๘ ตัน/ชั่วโมง (จากวัดฤดูบ) ส่วนลิกไนท์จะต้องบดได้ ๒๗ ตัน/ชั่วโมง ซึ่งกรรมวิธีการบดมีดังนี้

ขบวนการบดลิกไนท์ ^(๑๓)

ลิกไนท์จากเหมืองแม่ตึบ อ.งาว จ.ลำปาง ลำเลียงมาถึงโรงงานปูนที่ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี โดยรถยนต์บรรทุก ในอัตรา ๕๗๐ ตัน/วัน หรือ ๒๖ ตัน/ชั่วโมง เมื่อถึงโรงงานปูนจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ถ้าคุณภาพตรงตามต้องการก็จะทำการชั่งน้ำหนัก เพื่อตรวจสอบน้ำหนักลิกไนท์ที่บรรทุกมา จากนั้นจะนำไปเทในลานเก็บวัตถุดิบ ซึ่งมี ๒ ห้อง การนำลิกไนท์มาใช้จะใช้ที่ละห้อง เพื่อไม่ให้ลิกไนท์เกิดการเก็บนาน ๆ จากลานเก็บ ลิกไนท์จะถูกตักลงใน ฮอปเปอร์ (Hopper) ด้วยรถดักล้อยาง เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องแยกเอาเศษเหล็กที่ปนไปกับลิกไนท์ออก แล้วส่งเข้าเครื่องย่อย (Crusher) ในหน่วยย่อยลิกไนท์ด้วย กระทบล้อเลียง ลิกไนท์ที่มีขนาด $\frac{2}{3}$ - ๖ นิ้ว เมื่อผ่านเครื่องย่อยแล้วจะมีขนาดเหลือ ๒๕ มิลลิเมตร จากนั้นจะถูกส่งขึ้นไปเก็บในถังเก็บ (Silo) ด้วยกระทบล้อเลียง เพื่อรอการบดละเอียดต่อไป ลิกไนท์ที่ผ่านการย่อยแล้ว จากหน่วยเก็บจะลำเลียงเข้าเครื่องบด (Mill) ในหน่วยบดด้วย กระทบล้อเลียง ที่หน่วยบดนี้ได้รับความร้อนที่เหลือใช้จากด้านปลายของเตาเผาปูนเม็ด มาช่วยไล่ความชื้นของลิกไนท์ ดังนั้นลิกไนท์ที่ผ่านการบดแล้ว จะมีความชื้นไม่เกิน ๑๐ % ละเอียดอย่างน้อย ๘๕ % มีขนาดเล็กกว่า ๔๐ ไมครอน (Micron) จากนั้นผงลิกไนท์จะถูกลำเลียงด้วยระบบการลำเลียงด้วยลม (Pneumatic Conveyor System) เข้าไปเก็บในถังเก็บเพื่อรอการจ่ายเข้าเตาเผา การเผาไหม้จะฉีดผงลิกไนท์กับอากาศและน้ำมันเตาผ่านเข้าไปทางหัวฉีด (Burner) รายละเอียดของขบวนการผลิตแสดงในรูปที่ ๔.๑

รูปที่ ๔.๑

ขบวนการผลิตลูกในทับดเพื่อใช้กับเตาเผาปูนเม็ด



การเก็บคงคลังลิโหนท์ (Inventory)

ในการผลิตปูนซีเมนต์จะผลิตติดต่อกันไปวันละ ๒๔ ชั่วโมง ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาปูนเม็ด จึงต้องมีเพียงพอที่จะใช้ได้ตลอดเวลา ในการนำลิโหนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกันน้ำมันเตาก็เช่นกัน ลิโหนท์จะต้องมีป้อนเข้าเตาเผาอย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากแหล่งลิโหนท์อยู่ห่างไกลจากโรงงานผลิตปูนซีเมนต์มาก การลำเลียงลิโหนท์ใช้รถบรรทุก ๑๐ ล้อ เป็นพาหนะในการขน จึงทำให้การตรงต่อเวลาในการขนส่งลิโหนท์ถึงโรงปูนผิดพลาดไปได้บ้าง ซึ่งเป็นผลเสียในขบวนการผลิตปูนซีเมนต์เป็นอย่างมาก ดังนั้นในการนำลิโหนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียกเก็บลิโหนท์สำรองไว้ใช้ในยามที่มีปัญหาด้านการขนส่งเกิดขึ้น การเก็บคงคลังลิโหนท์ไว้มากน้อยเพียงใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้านด้วยกัน เช่น ปริมาณการใช้ลิโหนท์ ระยะทางในการขนส่ง และความเสียหายทางด้านรถบรรทุกเสียหรือเครื่องจักรในการขุดลิโหนท์เสีย เป็นต้น จากการเปรียบเทียบที่โรงงานปูนซีเมนต์ที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งใช้ถ่านหินจากอินโดนีเซียเป็นเชื้อเพลิง โดยมีการขนส่งทางเรือ ทางโรงงานปูนได้เผื่อการเก็บคงคลังวัสดุไว้ใช้งานได้ ๑๔ - ๒๐ วัน แต่เนื่องจากลิโหนท์ที่ใช้ในโครงการนี้เป็นลิโหนท์ที่มีอยู่ในประเทศ ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการขนส่งน้อยกว่า ในการทำวิจัยนี้จึงตั้งสมมุติฐานว่ามีการเก็บคงคลังลิโหนท์ให้พอกับการใช้งานได้ ๑๐ วัน หรือประมาณ ๖,๐๐๐ ตัน โดยมีการสำรองไว้ตลอดโครงการ

การนำวัสดุดิบไปใช้งาน

เนื่องจากลิโหนท์ที่ขุดมาได้ นั้น อาจจะมีลิโหนท์ที่มีคุณภาพต่ำปนมาด้วย และในการเก็บคงคลังต้องกองสุมกันเป็นเวลาหลายวัน จะทำให้ลิโหนท์คุณภาพต่ำเกิดความร้อนสะสมจนถึงจุดติดไฟได้ ดังนั้นการนำวัสดุดิบหรือลิโหนท์จากคงคลังไปใช้งาน ควรจะนำลิโหนท์ที่ขนเข้าเก็บในคงคลังก่อนไปใช้งานก่อน คือใช้วิธีการเบิกจ่ายแบบ First In - First Out จะทำให้ลดอัตราเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในคงคลังได้

การวางผังโรงงาน

จากการที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้วนั้น โรงงานปูนที่เหมาะสมกับโครงการนี้ เป็นโรงงานที่อยู่ในอ.แก่งคอย จ.สระบุรี ในการวางผังโรงงานบดลิกไนท์ ที่จะนำมาใช้กับโรงปูน เป็นสิ่งที่จะต้องศึกษาอย่างละเอียด เพราะเป็นโครงการที่ลงทุนสูงใช้เนื้อที่มาก การผลิตลิกไนท์บดนั้นเริ่มตั้งแต่ลิกไนท์ที่เป็นก้อนขนาด $\frac{2}{2} - 6$ นิ้ว จากการสั่งซื้อ ผ่านการย่อย ผ่านการบดและนำไปใช้งาน กรรมวิธีการผลิตต้องเป็นไปตามขั้นตอน และเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ผลิตในปริมาณที่มาก ดังนั้น ผังโรงงานที่เหมาะสมกับโครงการนี้ จะใช้ผังแบบผลิตภัณฑ์ (Product Layout) ซึ่งเป็นการจัดเครื่องจักรและหน่วยผลิตให้เรียงตามลำดับขั้นตอนในการผลิตลิกไนท์บด ในการวางผังโรงงานจำเป็นต้องศึกษาถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ในขบวนการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผังโรงงานที่เหมาะสมกับโครงการนี้

ข้อจำกัดในขบวนการผลิตลิกไนท์บด

ในโครงการนี้ ขนาดและประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์จะเปรียบเทียบกับที่บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด ได้เตรียมการสั่งเข้ามาใช้ที่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช ดังแสดงแผนภูมิการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ในภาคผนวกที่ ง.๔ ซึ่งในการลำเลียงลิกไนท์ในขบวนการผลิตนั้น จะใช้สายพานลำเลียง กระพ้อลำเลียง (Bucket Conveyor) และการลำเลียงทางท่อ (ระบบการขนถ่ายโดยใช้ลมเป็นตัวพา ลิกไนท์ไปตามท่อ) และหน่วยต่าง ๆ ในขบวนการผลิตนั้นบางหน่วยจำเป็นต้องอยู่ห่างไกลกันมาก เช่น หน่วยบดลิกไนท์อยู่ทางด้านปลายของเตาเผาปูน ส่วนหน่วยจ่ายลิกไนท์เข้าห้องเผาไหม้นั้น อยู่ด้านหัวของเตาเผาปูน ดังนั้น ๒ หน่วยผลิตนี้ จะอยู่ห่างกันเท่ากับความยาวของหม้อเผาปูนเม็ด ซึ่งยาวประมาณ ๑๐๐ เมตร เป็นต้น ในการวางแผนผังโรงงานสำหรับบดลิกไนท์เพื่อใช้ในการเผาปูนเม็ดนั้น จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดทางด้านเครื่องมือเครื่องจักร และการไหล (Flow) ของวัสดุในขบวนการผลิตด้วย ซึ่งพอสรุปข้อจำกัดต่าง ๆ ได้ดังนี้

๑. หน่วยบด จำเป็นต้องใช้ลมร้อนที่เหลือใช้จากเตาเผาปูนเม็ด เพื่อนำมาไล่ความชื้นของลิกไนท์ก่อนทำการบด ดังนั้นพื้นที่บริเวณที่จะใช้ติดตั้งหน่วยบด จำเป็นจะต้องอยู่ติดกับด้านท้ายของเตาเผาปูนเม็ด

๒. หน่วยเผาไหม้ หน่วยนี้จะทำหน้าที่เก็บลิกไนท์ผง และจ่ายลิกไนท์ผงเข้าเตาเผา ดังนั้นพื้นที่หน่วยบดพื้นที่บริเวณที่จะใช้ติดตั้งหน่วยเผาไหม้ จำเป็นต้องอยู่ติดกับด้านหัวของเตาเผา ดังนั้นพื้นที่หน่วยบดกับหน่วยเผาไหม้จะต้องอยู่ห่างกัน เท่ากับความยาวของเตาเผาปูนเม็ด ซึ่งยาวประมาณ ๑๐๐ เมตร

๓. หน่วยเก็บวัตถุดิบ หน่วยย่อย หน่วยเก็บลิกไนท์หลังการย่อยแล้ว และหน่วยบด เป็นหน่วยงานที่ทำงานต่อเนื่องกัน ดังนั้นควรจะต้องอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ๆ กัน เพื่อความประหยัดทั้งพื้นที่และอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุ นอกจากนี้แล้ว การตรวจสอบคุณภาพลิกไนท์ การซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ อาจใช้เครื่องมือและเจ้าหน้าที่ที่มีอยู่แล้วบางส่วน of โรงปูนซีเมนต์ได้ การให้หน่วยผลิตต่าง ๆ อยู่ใกล้กันจะเป็นประโยชน์มากที่สุด

การวางผังโรงงาน ผลิตลิกไนท์บดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

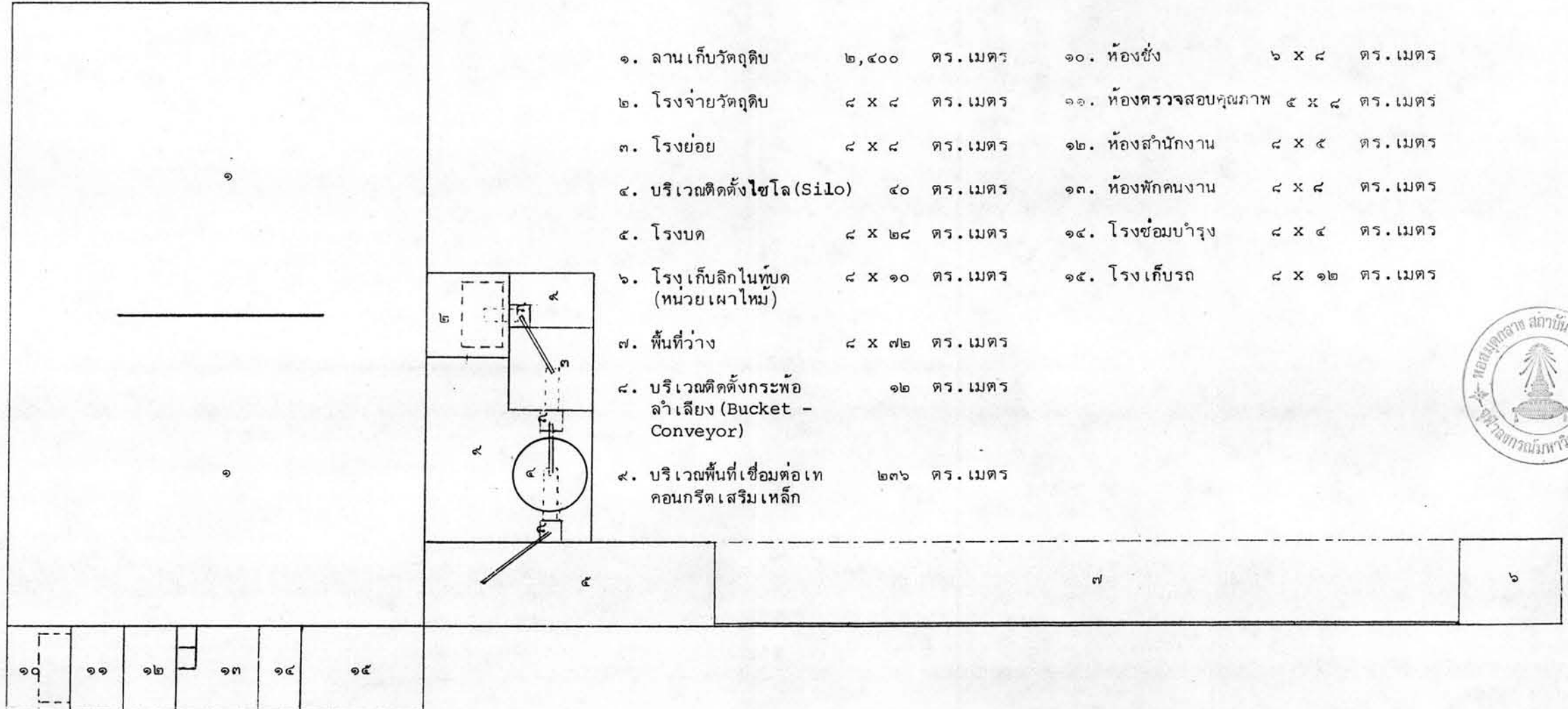
จากการศึกษาถึงชนิดของผังโรงงาน และข้อจำกัดต่าง ๆ ในการผลิตแล้ว พอที่จะตัดสินใจวางผังโรงงานที่เหมาะสมได้ ดังแสดงในรูปที่ ๔.๒ ซึ่งใช้เนื้อที่ในโครงการนี้ทั้งหมดประมาณ ๔,๐๑๖ ตารางเมตร

ที่ดิน อาคารโรงงาน สิ่งก่อสร้าง เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

ที่ดิน อาคารโรงงาน สิ่งก่อสร้าง เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต เป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องเตรียมสำหรับการผลิตลิกไนท์บด เพื่อนำมาใช้งานในโรงปูนซีเมนต์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการสอดคล้องกับโครงการ จะทำให้ลดต้นทุนการผลิต และก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ในโครงการนี้ สามารถออกแบบและเลือกปัจจัยสำหรับเตรียมการผลิตได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

๑. ที่ดินและการปรับปรุงดิน ที่ดินที่ใช้ในโครงการนี้ เป็นที่ดินที่ทางโรงปูนเตรียมการไว้เพื่อการขยายโรงงานอยู่แล้ว การปรับปรุงดิน จะกระทำเฉพาะส่วนที่ใช้งานจริง ๆ เท่านั้น โดยที่ดินที่ใช้นั้นแบ่งเป็น ๑๐ ส่วนใหญ่ ๆ คือ

แสดงผังโรงงานสำหรับบดลิกไนต์



- | | | | | | |
|--|--------|---------|-----------------------|--------|---------|
| ๑. ลานเก็บวัตถุดิบ | ๒,๔๐๐ | ตร.เมตร | ๑๐. ห้องซั่ง | ๖ X ๘ | ตร.เมตร |
| ๒. โรงจ่ายวัตถุดิบ | ๘ X ๘ | ตร.เมตร | ๑๑. ห้องตรวจสอบคุณภาพ | ๕ X ๘ | ตร.เมตร |
| ๓. โรงย่อย | ๘ X ๘ | ตร.เมตร | ๑๒. ห้องสำนักงาน | ๘ X ๔ | ตร.เมตร |
| ๔. บริเวณติดตั้งไซโล(Silo) | ๔๐ | ตร.เมตร | ๑๓. ห้องพักคนงาน | ๘ X ๘ | ตร.เมตร |
| ๕. โรงบด | ๘ X ๒๘ | ตร.เมตร | ๑๔. โรงซ่อมบำรุง | ๘ X ๔ | ตร.เมตร |
| ๖. โรงเก็บลิกไนต์บด
(หน่วยเผาไหม้) | ๘ X ๑๐ | ตร.เมตร | ๑๕. โรงเก็บรถ | ๘ X ๑๒ | ตร.เมตร |
| ๗. พื้นที่ว่าง | ๘ X ๗๒ | ตร.เมตร | | | |
| ๘. บริเวณติดตั้งกระพ้อ
ลำเลียง (Bucket -
Conveyor) | ๑๒ | ตร.เมตร | | | |
| ๙. บริเวณพื้นที่เชื่อมต่อเท
คอนกรีตเสริมเหล็ก | ๒๓๖ | ตร.เมตร | | | |



๑.๑ ที่ดินที่ใช้ทำหน่วยเก็บวัตถุดิบ ที่ดินที่ใช้ในส่วนนี้อยู่ติดกับถนนภายในโรงงาน ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด ๒,๔๐๐ ตารางเมตร ใช้ประโยชน์ในการเก็บลิกไนท์ก่อนเข้าสู่ขบวนการบด เนื่องจากที่ดินส่วนนี้รถบรรทุกหนักจะต้องผ่านเข้าออก ดังนั้นการปรับปรุงดินจึงเป็นเรื่องสำคัญ พื้นที่บริเวณนี้จะต้องสามารถรับน้ำหนักของรถบรรทุก ๑๐ ล้อ ที่บรรทุกน้ำหนัก ๑๔ ตันได้ และน้ำต้องไม่ท่วม ดังนั้นจึงต้องปรับที่ดินส่วนนี้ให้เรียบและถมทรายอัดแน่นให้สูง ๒๕ เซนติเมตร ซึ่งจะใช้ทรายประมาณ ๘๔๐ ลูกบาศก์เมตร

๑.๒ ที่ดินที่ใช้ทำหน่วยจ่ายวัตถุดิบ ที่ดินส่วนนี้จะใช้ติดตั้งฮอปเปอร์ (Hopper) และสายพานเหล็ก ซึ่งมีน้ำหนักรวมประมาณ ๖๔ ตัน และจะต้องขุดเป็นหลุมกว้าง ๕ เมตร ยาว ๗ เมตร ลึก ๔ เมตร เพื่อใช้ติดตั้งฮอปเปอร์ (Hopper) และสายพานเหล็ก วมใช้เนื้อที่ทั้งหมด ๖๔ ตารางเมตร ที่ดินส่วนนี้อยู่ติดกับหน่วยเก็บวัตถุดิบ ในการปรับพื้นที่จะต้องใช้ทรายทั้งสิ้น ๒๒ ลูกบาศก์เมตร

๑.๓ ที่ดินที่ใช้ติดตั้งหน่วยย่อยลิกไนท์ ที่ดินบริเวณนี้จะใช้สร้างอาคารโรงย่อยลิกไนท์และติดตั้งเครื่องจักรที่มีน้ำหนักมาก อันประกอบไปด้วยเครื่องแยกเหล็ก เครื่องย่อย และสายพานลำเลียง เป็นต้น ซึ่งใช้เนื้อที่ประมาณ ๖๔ ตารางเมตร ที่ดินส่วนนี้อยู่ใกล้กับหน่วยจ่ายวัตถุดิบ พื้นที่ส่วนนี้จะต้องถมให้สูง ๒๕ เซนติเมตร และปรับให้เรียบด้วยทรายอัดแน่น ซึ่งจะใช้ทรายประมาณ ๒๒ ลูกบาศก์เมตร

๑.๔ ที่ดินที่ใช้ติดตั้งไซโล (Silo) สำหรับเก็บลิกไนท์ที่ผ่านการย่อยแล้ว ที่ดินที่จะใช้ในส่วนนี้ อยู่ระหว่างหน่วยย่อยลิกไนท์ กับหน่วยบดลิกไนท์ ใช้เนื้อที่ประมาณ ๔๐ ตารางเมตร ในการปรับปรุงดินจะต้องถมทรายสูง ๒๐ เซนติเมตร ใช้ทรายประมาณ ๑๒ ลูกบาศก์เมตร

๑.๕ ที่ดินที่ใช้ทำหน่วยบด ที่ดินส่วนนี้จะต้องอยู่ติดกับทางส่วนท้ายของเตาเผาปูนเม็ด เพราะหน่วยบดนี้จำเป็นต้องใช้ลมร้อนที่เหลือใช้จากเตาเผาปูนเม็ด มาช่วยไล่ความชื้นในขบวนการบดลิกไนท์ ใช้ที่ดินทั้งหมดประมาณ ๘ x ๒๔ ตารางเมตร ในการปรับปรุงดินจะต้องถมทรายอัดแน่นสูง ๒๕ เซนติเมตร ซึ่งใช้ทรายประมาณ ๗๘ ลูกบาศก์เมตร

๑.๖ หน่วยเผาไหม้ ที่ดินส่วนนี้จะใช้ติดตั้งถังเก็บลิกไนท์บด บี้จ่ายลิกไนท์บด และอุปกรณ์ช่วยต่าง ๆ ที่ใช้ในการเผาไหม้ของลิกไนท์ ใช้ที่ดินทั้งหมด ๘ x ๑๐ ตารางเมตร เป็นที่ดิน

ที่อยู่ติดกับด้านหัวของเตาเผา (ด้านป้อนเชื้อเพลิง) ในการปรับปรุงดิน จะต้องถมทรายอัดแน่นสูง ๒๕ เซนติเมตร ซึ่งใช้ทรายประมาณ ๒๔ ลูกบาศก์เมตร

๑.๗ ที่ดินส่วนที่ใช้ในการติดตั้งสายพานลำเลียงและกระพ้อลำเลียง (Bucket - Conveyor) สายพานลำเลียงที่ใช้ส่วนมากติดตั้งในอาคารของหน่วยผลิตต่าง ๆ อยู่แล้ว ส่วนกระพ้อลำเลียงนั้นมีทั้งหมด ๓ ชุด ซึ่งแต่ละชุดใช้เนื้อที่ติดตั้งประมาณ ๔ ตารางเมตร รวมใช้เนื้อที่ทั้งหมด ๑๒ ตารางเมตร ถมทรายสูง ๒๐ เซนติเมตร ใช้ทรายทั้งสิ้น ๓ ลูกบาศก์เมตร

๑.๘ ที่ดินที่ใช้เดินท่อส่งลิกไนท์บด จากหน่วยบดสู่หน่วยเผาไหม้ ซึ่งใช้เนื้อที่ติดตั้งท่อทั้งหมด ๑ x ๗๒ ตารางเมตร ที่ดินส่วนนี้การปรับปรุงดินไม่ต้องใช้ทรายถม เพราะการเดินท่อจะเดินเหนือพื้นดิน โดยมีเสาและคานทำหน้าที่รองรับ

๑.๙ พื้นที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยผลิตต่าง ๆ จะต้องปรับให้เรียบ เพราะบริเวณนี้จะต้องเห็นคอนกรีต เพื่อใช้ประโยชน์เป็นทางเท้า และเพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาดและการบำรุงรักษาเครื่องจักรของหน่วยผลิตต่าง ๆ พื้นที่เชื่อมต่อนี้มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ ๒๓๖ ตารางเมตร ในการปรับปรุงดิน จะต้องถมทรายสูง ๒๐ เซนติเมตร ใช้ทรายประมาณ ๗๑ ลูกบาศก์เมตร

๑.๑๐ ที่ดินที่ใช้สร้างอาคารสำนักงาน ห้องพักผ่อนพนักงาน และโรงเก็บรถ ซึ่งสิ่งปลูกสร้างที่กล่าวมานี้ปลูกสร้างติดต่อกันใช้เนื้อที่รวมกันทั้งหมด ๘ x ๔๐ ตารางเมตร ที่ดินส่วนนี้อยู่ติดกับลานเก็บวัตถุดิบทางด้านหน้า พื้นที่ส่วนนี้จะต้องถมทรายอัดแน่นและปรับให้ไต่ระดับให้สูงจากพื้นเดิม ๓๐ เซนติเมตร ใช้ทรายในการถมที่ทั้งสิ้นประมาณ ๑๒๘ ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นในโครงการนี้จะใช้ทรายเพื่อทำการปรับปรุงที่ดิน สำหรับทำการปลูกสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ทั้งหมด ๑,๒๐๔ ลูกบาศก์เมตร

๒. อาคารโรงงานและสิ่งก่อสร้าง ในการกำหนดรายการต่าง ๆ เกี่ยวกับการก่อสร้างนั้น ในโครงการวิจัยนี้ จะกำหนดเพียงคร่าว ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์ต้นทุนในบทต่อไป สำหรับการดำเนินการก่อสร้าง รวมทั้งการออกแบบฐานราก เพื่อให้รับน้ำหนักเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งเป็นรายละเอียดปลีกย่อยนั้น เป็นหน้าที่ของผู้รับเหมาที่จะทำหน้าที่เป็นผู้วิเคราะห์และดำเนินการเอง ส่วนราคาอาคารโรงงานและสิ่งก่อสร้าง จะเปรียบเทียบจากราคาที่มีผู้รับเหมาเสนอราคาต่อบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด

ซึ่งมีโครงการนำถ่านหินมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ที่โรงงานอ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช ทั้งนี้เพราะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำวิจัยนี้ เกือบทั้งหมดใช้ขนาดใกล้เคียงกับที่บริษัทปูนซีเมนต์ไทยมี โครงการซื้ออยู่แล้ว รายการสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ มีดังนี้

๒.๑ อาคารหน่วยเผาไหม้ อาคารนี้สร้างในเนื้อที่ ๘ x ๑๐ ตารางเมตร โครงสร้างตัวอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงสร้างหลังคาเป็นเหล็กทรงจั่ว มุงด้วยกระเบื้อง รอนดู ตัวอาคารสูง ๑๓.๔ เมตร แบ่งเป็น ๓ ชั้น ดังรูปที่ ๔.๓ แต่ละชั้นเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก และวางคานเสริมเพื่อรับน้ำหนักของเครื่องจักรที่จะติดตั้งในแต่ละชั้น มีบันไดเหล็กขนาดกว้าง ๖๐ เซนติเมตร เชื่อมต่อระหว่างชั้น ผนังรอบอาคารชั้นล่าง ๓ ด้านก่ออิฐถือปูน เว้นช่องทางเข้าออกทางด้านหน้าของตัวอาคาร ด้านหลังประตูให้คนเข้าออกได้ ส่วนผนังรอบอาคารชั้น ๒ - ๓ ติดกระเบื้องกันสาดถึงหลังคาทั้ง ๔ ด้าน พื้นอาคารแต่ละชั้นบางส่วนเจาะเป็นช่อง เพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ แต่ละชั้นของตัวอาคารแบ่งการรับน้ำหนักโดยประมาณดังนี้

ก. ชั้นล่าง ติดตั้งชุดบ้อนผงถ่าน เข้าเตาเผา เป็นวัสดุแบบไบโอเกสสิว เครื่องเป่าอากาศ และบีมอัดอากาศ ซึ่งมีน้ำหนักรวมประมาณ ๒๐ ตัน

ข. ชั้นที่ ๒ ติดตั้งไซโล (Silo) ขนาดบรรจุ ๖๐ ลูกบาศก์เมตร จำนวน ๑ ถัง และอุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ ซึ่งมีน้ำหนักรวมประมาณ ๑๐๐ ตัน โดยส่วนหนึ่งแบ่งให้ชั้น ๓ รับบ้าง

ค. ชั้นที่ ๓ รับน้ำหนักของถังเก็บลิกไนท์ส่วนหนึ่ง และเครื่องกรองฝุ่น ซึ่งมีน้ำหนักรวมประมาณ ๓๐ ตัน

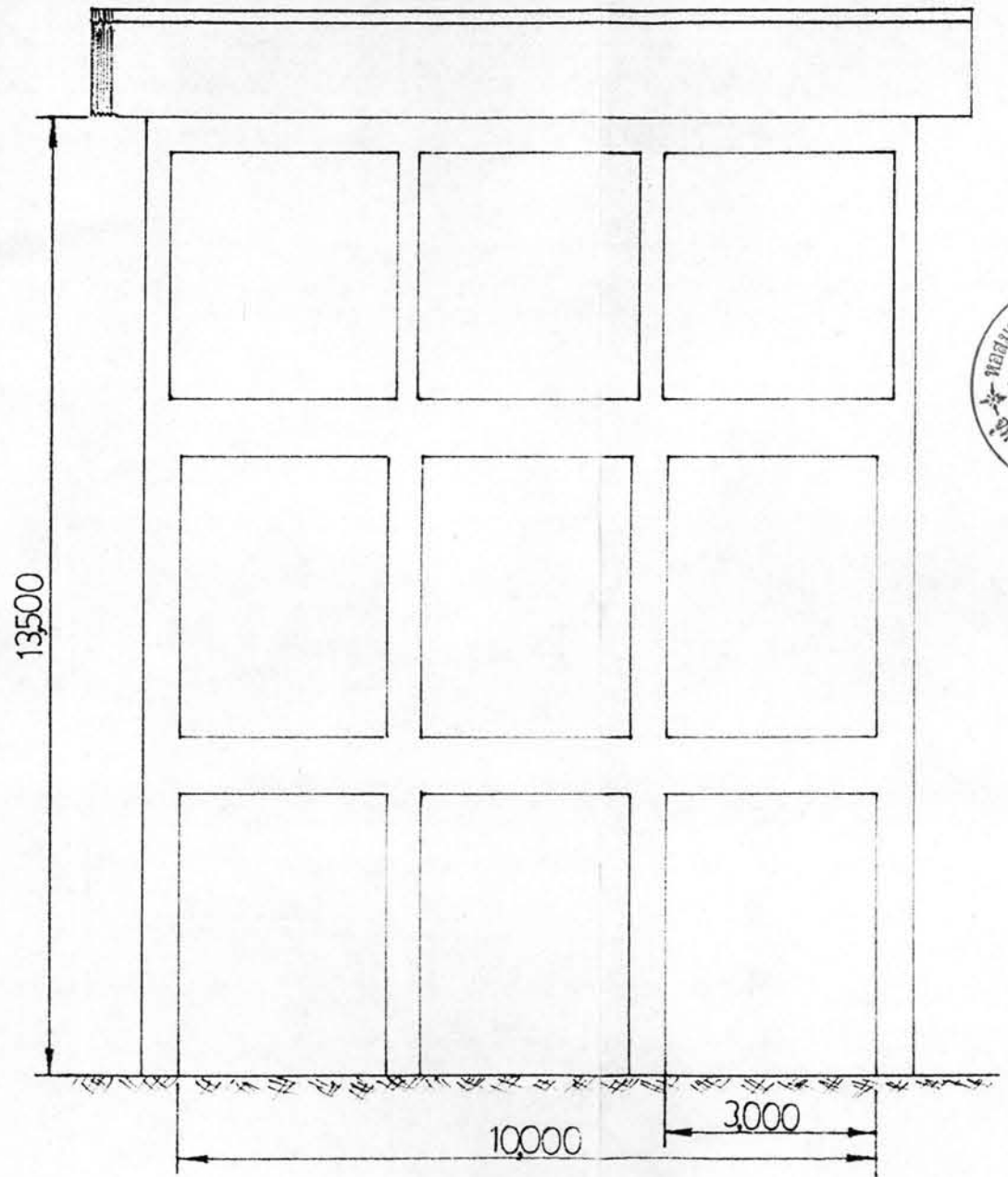
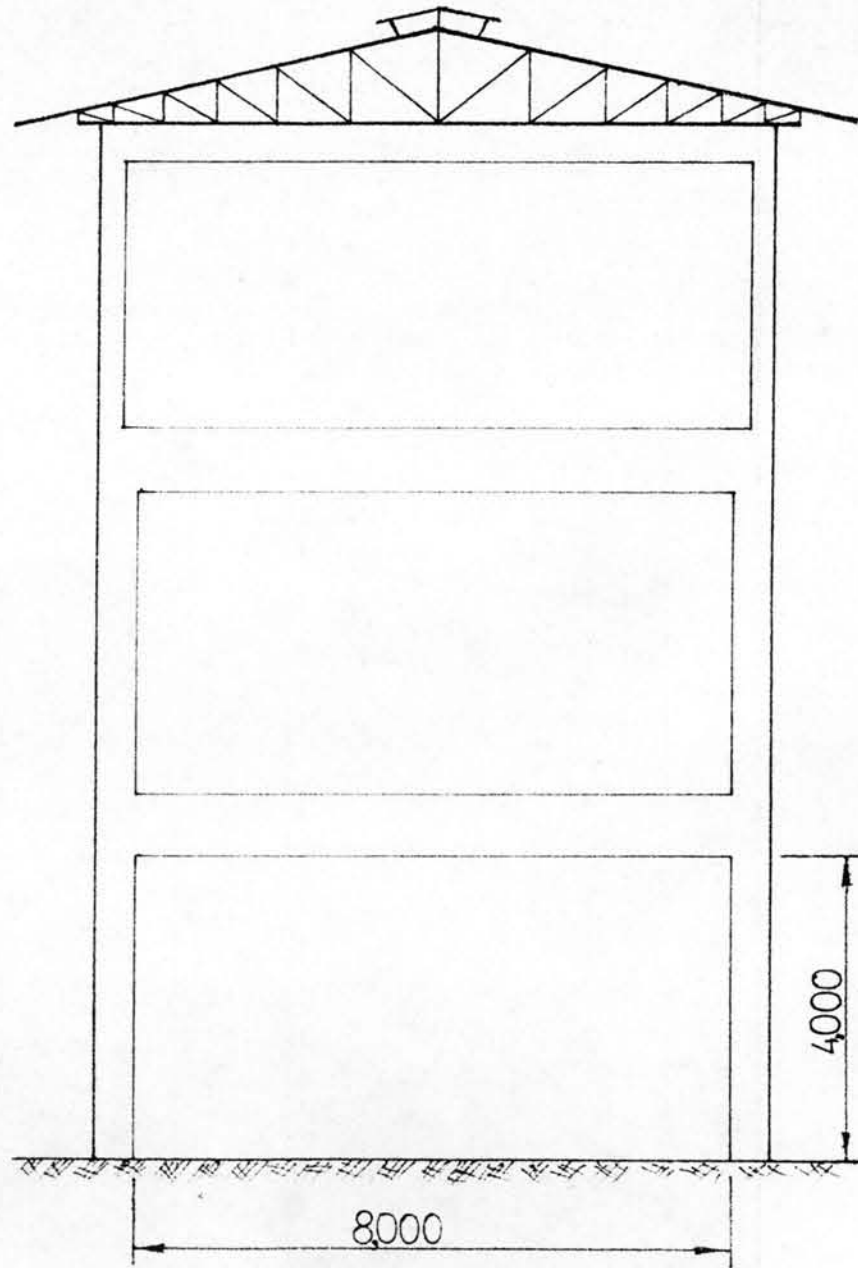
๒.๒ อาคารหน่วยบดลิกไนท์ อาคารนี้ใช้เนื้อที่กว้าง ๘ เมตร ยาว ๒๘ เมตร

ซึ่งทำหน้าที่รับลิกไนท์ที่ผ่านการย่อยแล้วเข้าเครื่องบด และรับลมร้อนจากส่วนปลายของเตาเผาเข้าสู่หม้อบด ดังนั้นตัวอาคารจึงกินเนื้อที่ทางยาวมาก นอกจากนี้แล้วตัวอาคารยังต้องสูงพอที่จะติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้ด้วย ดังนั้น ตัวอาคารจึงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีช่วงสูงจากหลังคาถึงพื้น ๓๓ เมตร และ ๔.๕ เมตร โดยแบ่งตัวอาคารออกเป็น ๖ ชั้น และ ๑ ชั้น ลดระดับตามลำดับโดยแต่ละชั้นของตัวอาคารสูงไม่เท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ ๔.๔ ทั้งนี้เพื่อให้เนื้อที่ภายในอาคาร

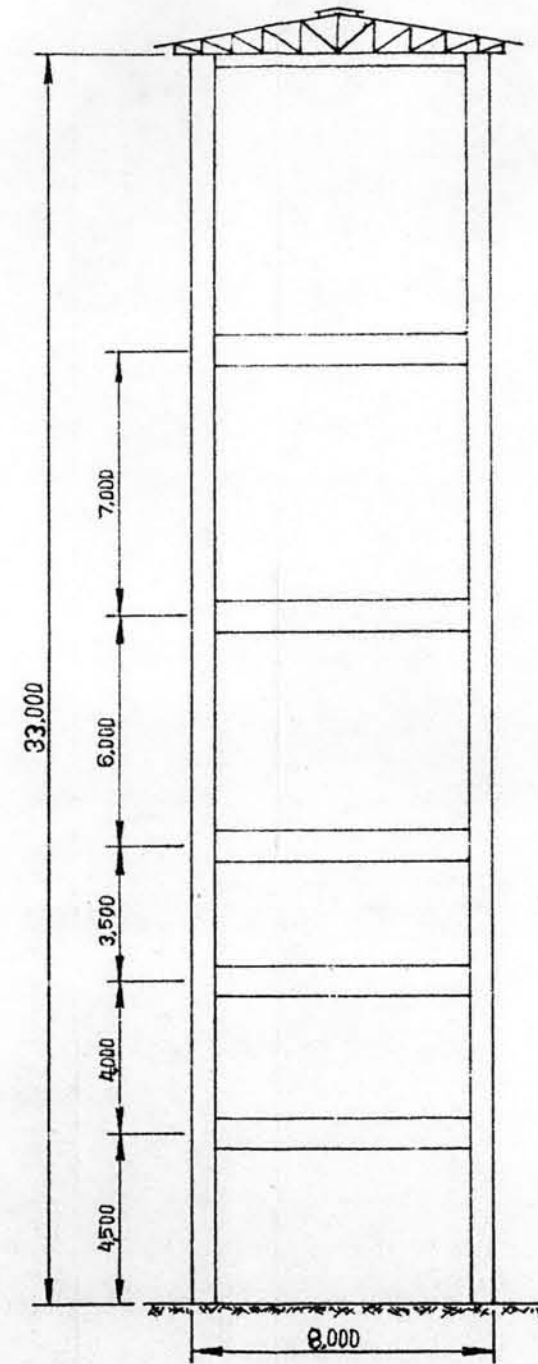
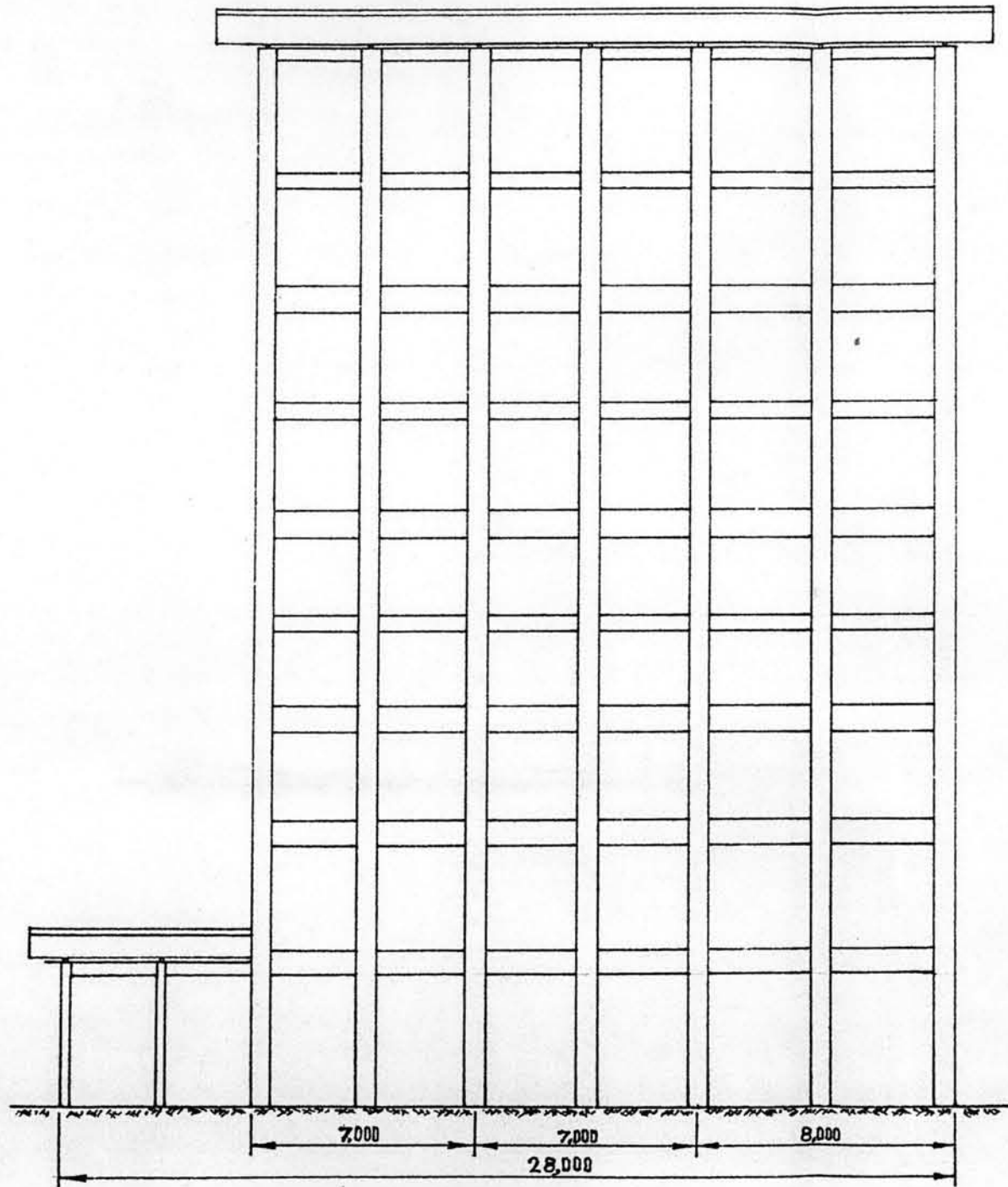
รูปที่ ๔.๓

แสดงโครงสร้างอาคารโรงเก็บลิกไนท์ผง (หน่วยเผา)

๑๑๐



รูปที่ ๔.๔ แสดงโครงสร้างอาคารโรงบดลิกไนท์



ถูกใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มากที่สุด หลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กมุงกระเบื้องลอนคู่ พื้นแต่ละชั้นเทคอนกรีตเสริมเหล็ก และวางคานเสริม เพื่อรับน้ำหนักของเครื่องจักรที่ติดตั้งในแต่ละชั้น มีบันไดเหล็กขนาดกว้าง ๖๐ เซนติเมตร เชื่อมต่อระหว่างชั้น ผนังรอบอาคารชั้นล่าง ๓ ด้าน ก่ออิฐฉาบปูน เว้นช่องทางเข้าออกด้านหน้าของตัวอาคาร ด้านหลังมีประตูให้คนงานเข้าออกได้ ส่วนผนังรอบอาคารตั้งแต่ชั้น ๒ ถึงหลังคา ติดกระเบื้องกันสาดถึงหลังคาทั้ง ๔ ด้าน พื้นอาคารแต่ละชั้นบางส่วนเจาะเป็นช่องเพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ แต่ละส่วนของตัวอาคารใช้ประโยชน์โดยสังเขปดังนี้

๒.๒.๑ ส่วนท้ายโรงงานมีความยาว ๖ เมตร กว้าง ๔ เมตร สูง ๔.๕ เมตร อาคารส่วนนี้ทำหน้าที่ติดตั้งตู้ควบคุมทางระบบไฟฟ้า และเป็นที่พักผ่อนคนงาน

๒.๒.๒ ส่วนหน้าของอาคารโรงงาน เป็นส่วนที่ใช้ติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการบดลิกไนท์ ตัวอาคารส่วนนี้สูงจากพื้นดินถึงหลังคา ๓๓ เมตร แบ่งเป็นชั้น ๆ ทั้งหมด ๖ ชั้น แต่ละชั้นมีความสูงไม่เท่ากัน ดังรูปที่ ๔.๔ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานติดตั้งเครื่องจักร ซึ่งในแต่ละชั้นแบ่งการรับน้ำหนักติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ก. ชั้นล่าง ติดตั้งเครื่องบดลิกไนท์ เครื่องมือขนถ่ายวัสดุแบบไบเกลียว รัมแบบไบเกลียว เครื่องอัดอากาศ และอุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ ดังนั้นพื้นชั้นล่างของตัวอาคารนี้จะต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ตัน

ข. ชั้น ๒ - ๓ ติดตั้งไซโลขนาดบรรจุลิกไนท์ผง ๖๐ ลูกบาศก์เมตร จำนวน ๑ ถัง ไซโคลนแยกอากาศ ท่อทางที่ใช้ลำเลียงลิกไนท์ ดังนั้นอาคารชั้น ๒ และชั้น ๓ นี้จะต้องเจาะพื้นให้สามารถติดตั้งเครื่องบด ไซโคลน ไซโล และท่อทางต่างๆ ได้ ดังนั้นพื้นชั้น ๒ และชั้น ๓ นี้จะต้องสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ตัน โดยเฉลี่ยกันรับน้ำหนัก

ค. ชั้น ๔ - ๕ ติดตั้งไซโลขนาดบรรจุ ๑๐๐ ตัน ชุดบ้อนวัสดุ ชุดรับและจ่ายลมร้อน ตลอดจนท่อทางและอุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ ซึ่งชั้น ๔ และชั้น ๕ นี้จะรับน้ำหนักเฉลี่ยกันไป โดยมีน้ำหนักของเครื่องจักรและอุปกรณ์รวมทั้งลิกไนท์ที่บรรจุอยู่ในถังแล้วมีน้ำหนักประมาณ ๔๐๐ ตัน โดยพื้นแต่ละชั้นเจาะทะลุเป็นบางส่วน เพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

ง. ชั้น ๖ เป็นชั้นบนสุด ติดเครื่องแยกผงลิกไนท์ เครื่องกรองและเครื่องจับฝุ่น ซึ่งชั้นนี้รับน้ำหนักทั้งหมดประมาณ ๒๐๐ ตัน

๒.๓ โครงสร้างหน่วยเก็บลิกไนท์ที่ย่อยแล้ว เนื่องจากหน่วยนี้มีน้ำหนักมาก มีทั้งน้ำหนักไซโล (Silo) และน้ำหนักของลิกไนท์ที่บรรจุในไซโล รวมแล้วประมาณ ๔๕๐ ตัน เนื่องจากไซโลที่ใช้เป็นถังเหล็กมีโครงสร้างรองรับติดอยู่กับถังอยู่แล้ว ดังนั้น จึงไม่ต้องสร้างอาคารโรงงาน เพียงแต่สร้างโครงสร้างฐานรากให้สามารถรับน้ำหนักทั้งหมดได้ ส่วนบริเวณพื้นนั้นเพื่อสะดวกในการทำความสะอาดและการซ่อมบำรุง จะต้องเทคอนกรีตเสริมเหล็กหนา ๑๕ เซนติเมตร

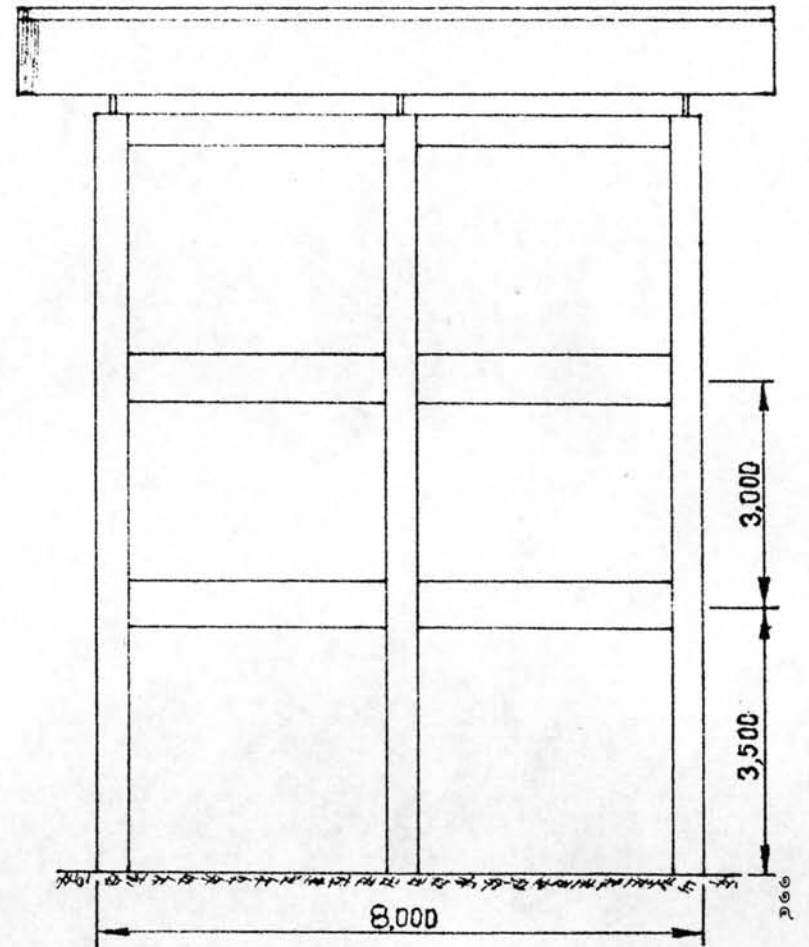
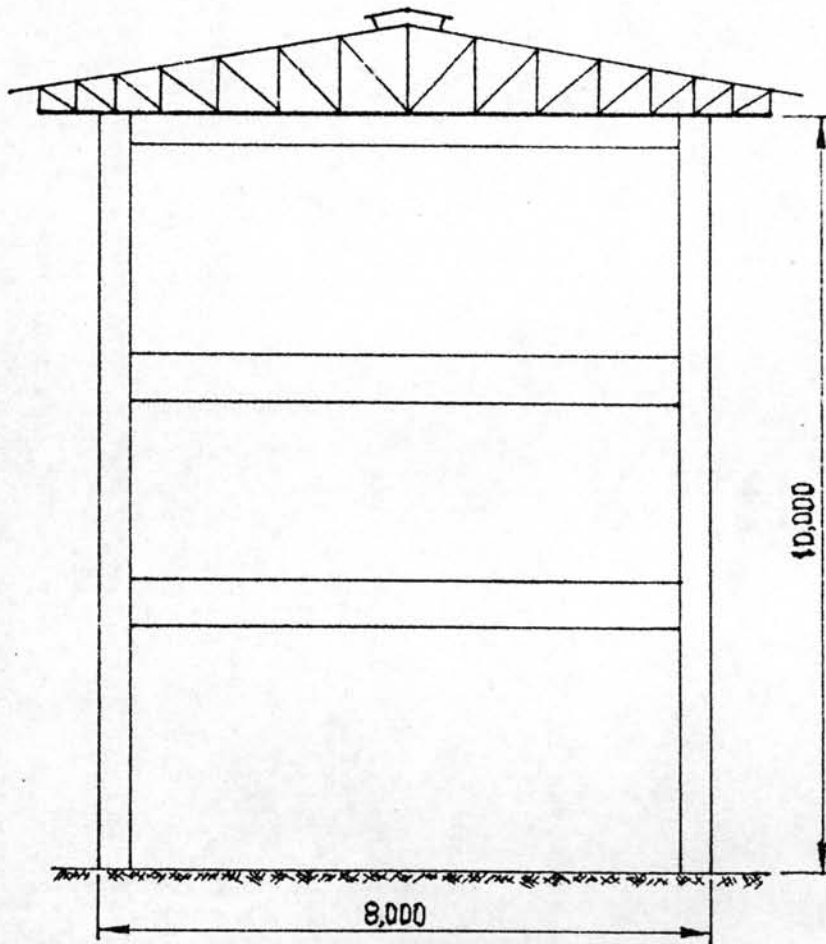
๒.๔ อาคารโรงย่อยลิกไนท์ สร้างอยู่ในเนื้อที่ ๔ x ๔ ตารางเมตร ตัวอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก สูง ๑๐ เมตร (ไม่รวมหลังคา) แบ่งเป็น ๓ ชั้น สูง ๓.๕ เมตร ๓ เมตร และ ๓.๕ เมตร ดังรูปที่ ๔.๕ หลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กทรงจั่ว ๒ ชั้น มุงด้วยกระเบื้องลอนคู่ แต่ละชั้นมีบันไดเหล็กกว้าง ๖๐ เซนติเมตร เชื่อมต่อระหว่างชั้น ผังรอบอาคารชั้นล่าง ๓ ด้าน ก่ออิฐฉาบปูน เว้นช่องทางเข้าออกด้านหน้าของตัวอาคาร ส่วนผนังรอบอาคารตั้งแต่ชั้น ๒ ถึงหลังคา ติดกระเบื้องกันสาดถึงหลังคาทั้ง ๔ ด้าน เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ติดตั้งในอาคารนี้ได้แก่ อุปกรณ์แยกเศษเหล็ก เครื่องย่อย สายพานลำเลียง ตลอดจนอุปกรณ์ช่วยในการบัด เช่น ท่อทางและรางเอียงต่าง ๆ อาคารโรงงานนี้จะต้องรับน้ำหนักของเครื่องจักรและน้ำหนักของลิกไนท์ประมาณ ๕๐ ตัน น้ำหนักส่วนใหญ่ชั้นที่ ๒ รับไว้เกือบทั้งหมด เพราะชั้นที่ ๒ ติดตั้งเครื่องย่อย พื้นแต่ละชั้นเจาะทะลุผ่านบางส่วน เพื่อสามารถติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้

๒.๕ อาคารโรงจ่ายวัตถุดิบ สร้างเป็นอาคารคลุมพื้นที่ อยู่ในเนื้อที่ขนาด ๔ x ๔ ตารางเมตร อยู่ติดกับลานเก็บวัตถุดิบและหน่วยย่อยลิกไนท์ โครงสร้างทั้งหมดเป็นเหล็ก หลังคาทรงจั่ว ๒ ชั้น มุงด้วยกระเบื้องลอนคู่ สูงจากพื้น ๗.๐๐ เมตร (ไม่รวมหลังคา) พื้นของโรงงานด้านติดกับหน่วยย่อย ชุดเป็นหลุมขนาด ๔ x ๗ ตารางเมตร ลึก ๓.๕ เมตร เพื่อติดตั้งฮอปเปอร์ (Hopper) และสายพานเหล็ก (Apron Conveyor) ดังแสดงในรูปที่ ๔.๖ พื้นอาคารและหลุมที่ชุดเทคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา ๑๕ เซนติเมตร เนื่องจากฮอปเปอร์ (Hopper) และสายพานเหล็ก (Apron Conveyor) ตลอดจนลิกไนท์ที่บรรจุในฮอปเปอร์ (Hopper) นั้นมีน้ำหนักรวมกันประมาณ ๑๐๐ ตัน ดังนั้น ฐานรากของหลุมจะต้องตอกเข็ม

๒.๖ ลานเก็บวัตถุดิบ เป็นลานที่มีขนาดกว้าง ๔๐ เมตร ยาว ๖๐ เมตร ไม่มีหลังคาปกคลุม เทพื้นลานด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหนา ๑๕ เซนติเมตร สามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อย

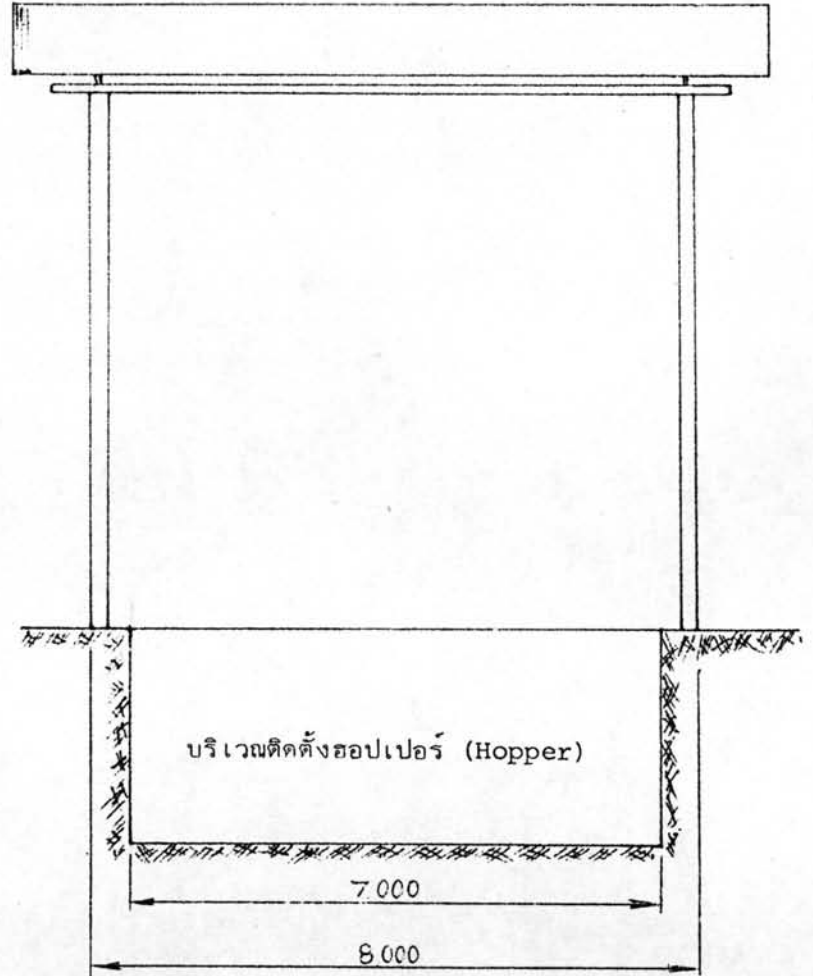
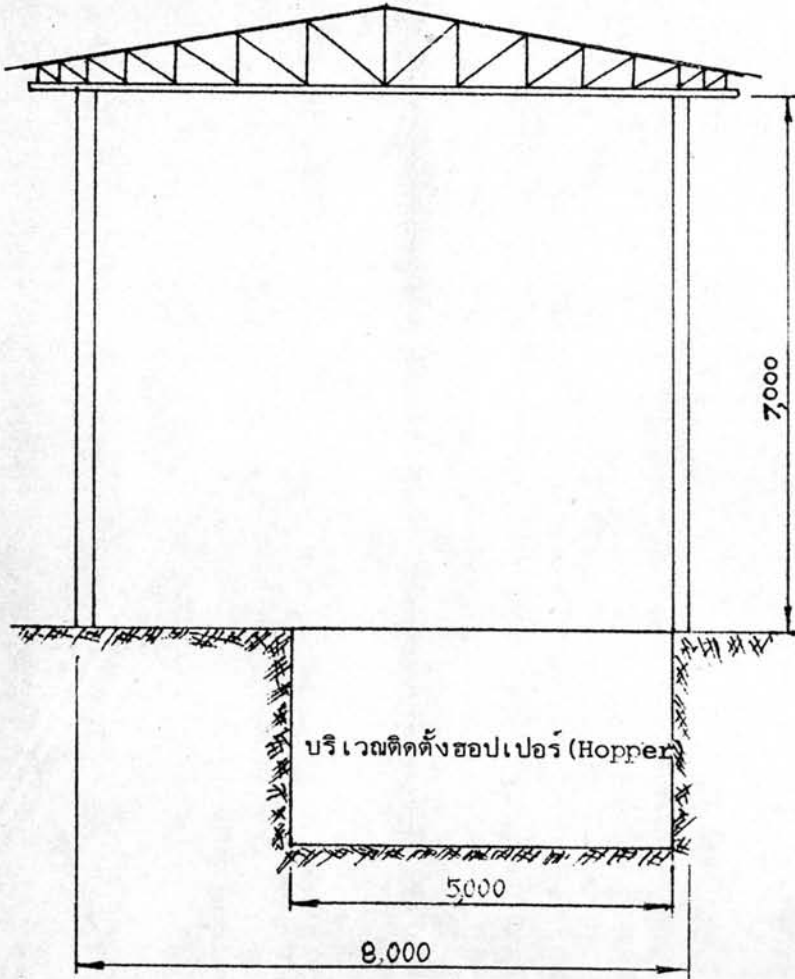
รูปที่ ๔.๕

แสดงโครงสร้างอาคารโรงย่อยสลายไนท์



รูปที่ ๔.๖

แสดงโครงสร้างอาคารโรงจ่ายวัตถุดิบ



กว่า ๑๐ ต้นต่อตารางเมตร ตัวลานแบ่งเป็น ๒ ส่วน แต่ละส่วนมีขนาด ๒๐ x ๓๐ ตารางเมตร โดยมีกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กหนา ๒๐ เซนติเมตร สูง ๖ เมตร ยาว ๒๐ เมตร กั้นอยู่ตรงกลางลาน ดังแสดงในรูปที่ ๔.๒ ลานแต่ละส่วนใช้เก็บลิกไนต์ได้ ๓,๐๐๐ ตัน หรือประมาณ ๓,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตร พร้อมกับใช้เป็นลานกัลดด้วย ลักษณะการเห็นแสดงในรูปที่ ๔.๔

๒.๗ โครงสร้างสำหรับประกอบเครื่องมือขนถ่ายแบบกระท้อ เป็นโครงสร้างเหล็กโปร่ง ทั้ง ๔ ด้าน ดังแสดงในรูปที่ ๔.๗ สูงเท่ากับตัวโครงของกระท้อขนถ่าย มีขนาดกว้าง ๒ เมตร ยาว ๒ เมตร ตลอดความสูง มีทั้งหมด ๓ ชุด สูง ๑๗ เมตร ๒๑ เมตร และ ๓๔ เมตร ตามลำดับ

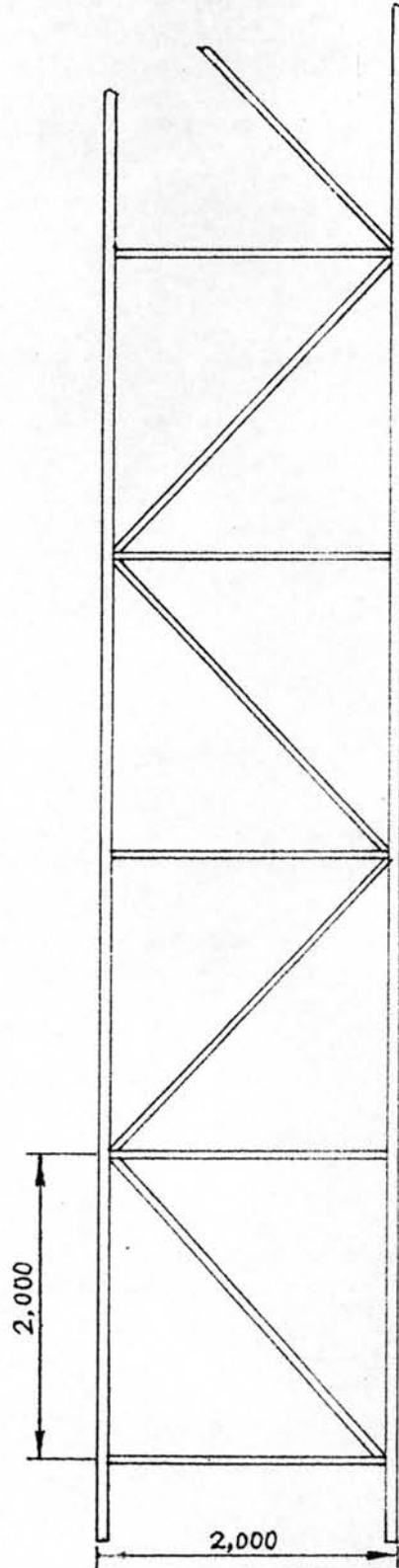
๒.๘ โครงสร้างยึดท่อลำเลียงผงลิกไนต์ จากหน่วยบดสู่หน่วยเผาไหม้ ซึ่งมีระยะห่างกันประมาณ ๗๒ เมตร จะเดินท่อบนเสาสูงจากพื้นดิน ๕ เมตร โดยมีเสาคอนกรีตเสริมเหล็กต้นเดียว ด้านบนเสาหล่อคานกว้าง ๑ เมตร ทำหน้าที่รองรับท่อ รานรากตอกเสาเข็ม ระยะจตุรรองรับจะห่างกันประมาณ ๑๐ เมตรตลอดความยาว

๒.๙ เทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ระหว่างบริเวณเชื่อมต่อระหว่างถนนภายในโรงงานปูนซีเมนต์เดิม หน่วยเก็บวัตถุดิบ หน่วยย่อย หน่วยเก็บลิกไนต์ที่ย่อยแล้ว และหน่วยบด ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ ๒๓๖ ตารางเมตร โดยเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา ๑๕ เซนติเมตร ลักษณะแบ่งพื้นคอนกรีตออกเป็นตาราง ขนาด ๓ x ๖ ตารางเมตร ตามรูปที่ ๔.๘ ส่วนต่อระหว่างแผ่นห่างกันประมาณ ๒๕ มิลลิเมตร อัดด้วยแอสฟัลต์ (Asphalt)

๒.๑๐ อาคารสำนักงาน เป็นอาคารชั้นเดียว สร้างตามแนวลานเก็บวัตถุดิบ หันหน้าเข้าลานเก็บวัตถุดิบ กว้าง ๔ เมตร ยาว ๒๕ เมตร เสาและหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็ก หลังคาทรงจั่วมุงกระเบื้องลอนคู่ ภายในอาคารประกอบไปด้วย ห้องซัง ห้องทดลอง (ห้องตรวจจล็ดคุณภาพลิกไนต์) ห้องสำนักงาน ห้องพักคนงานและห้องน้ำ เนื่องจากเครื่องซังจะต้องให้รถวิ่งผ่านขึ้นไปบนเครื่อง ดังนั้นอาคารส่วนนี้จึงต้องสร้างเป็นหลังคาโปร่ง สูงต่ำสุด ๔ เมตร ส่วนของอาคารที่ใช้ทำสำนักงาน ห้องพักคนงาน และห้องทดลอง มีความสูงต่ำสุด ๓.๕ เมตร พื้นอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา ๑๕ เซนติเมตร ทุกร่างโครงสร้างโดยสังเขปในรูปที่ ๔.๙ และแผนผังกรวางใช้เนื้อที่ในรูปที่ ๔.๑๐ ซึ่งแยกรายละเอียดของสิ่งก่อสร้างในอาคารได้ดังนี้

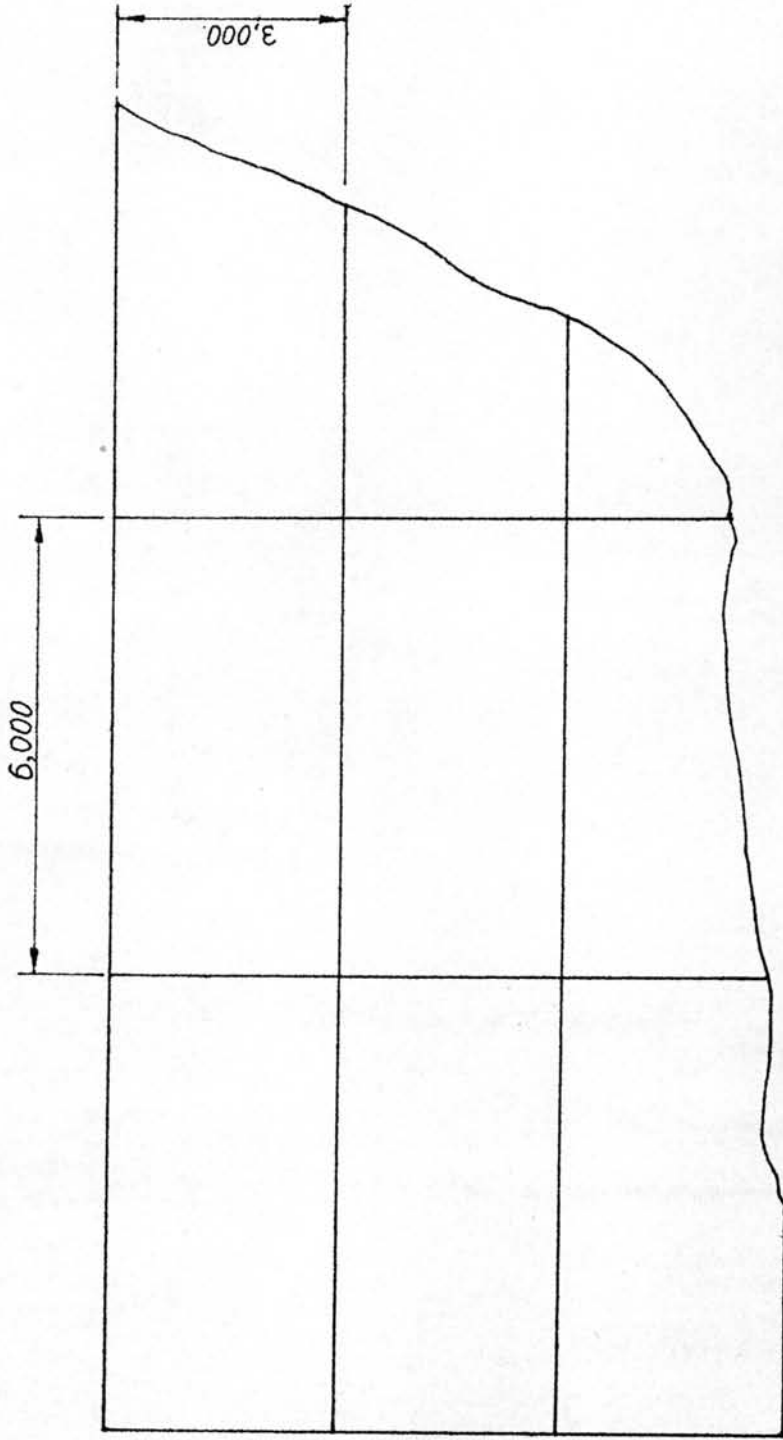
รูปที่ ๔.๗

แสดงโครงสร้างยึดกระพ้อลำเลียง



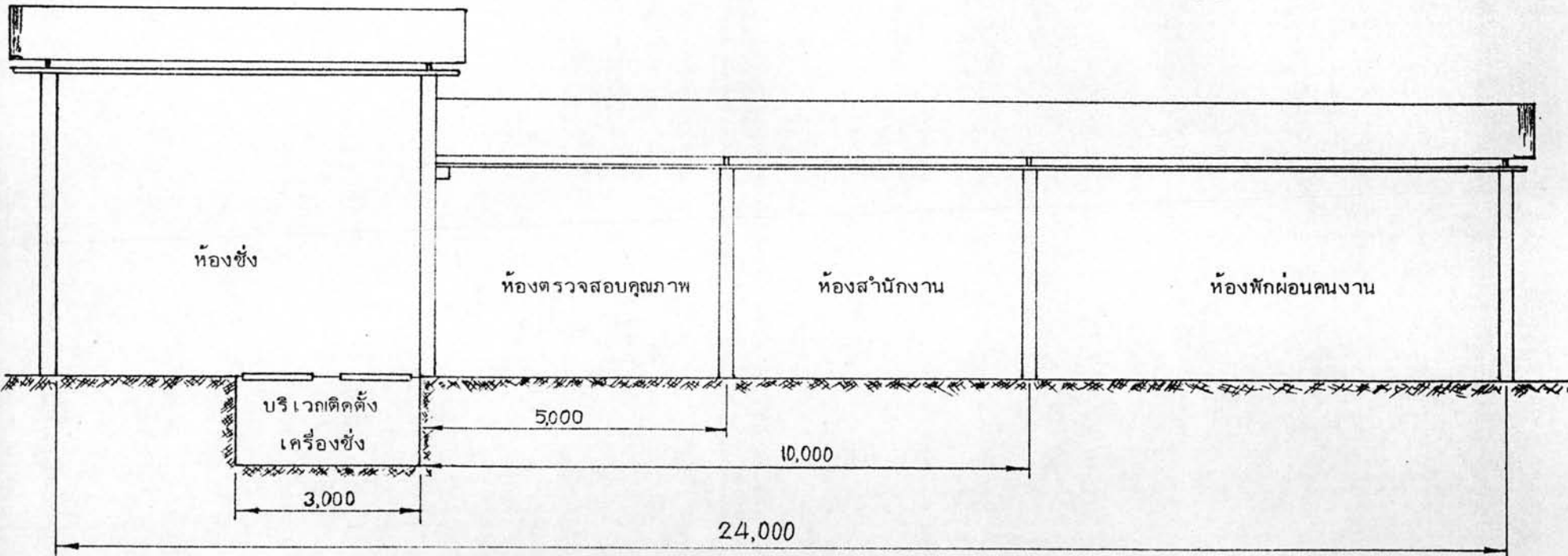
รูปที่ ๕.๘

แสดงลักษณะการ เพ้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

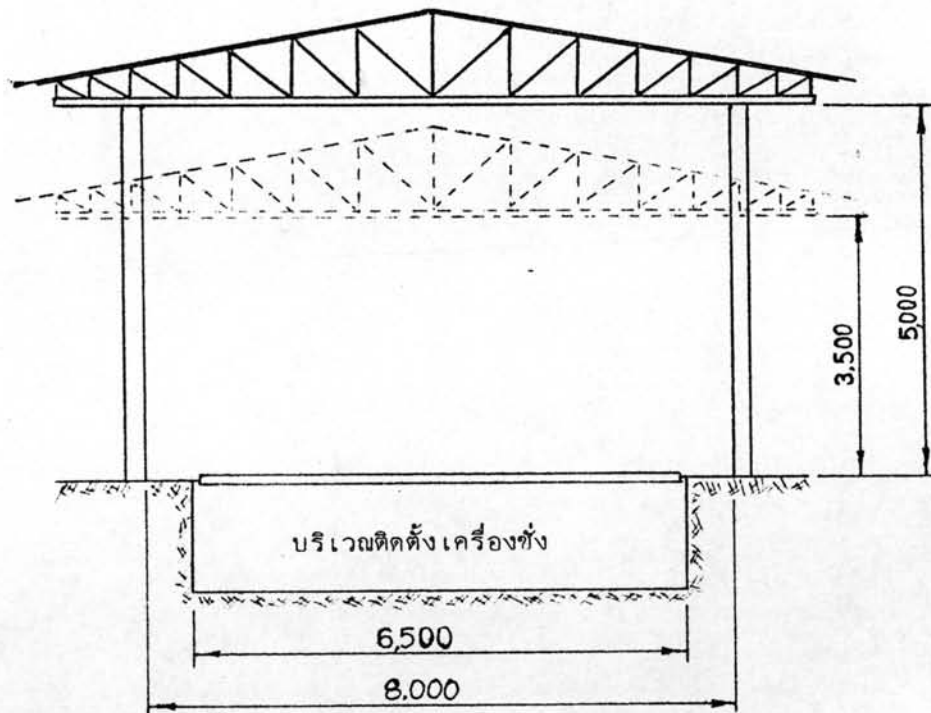


รูปที่ ๔.๔

แสดงโครงสร้างอาคารสำนักงาน

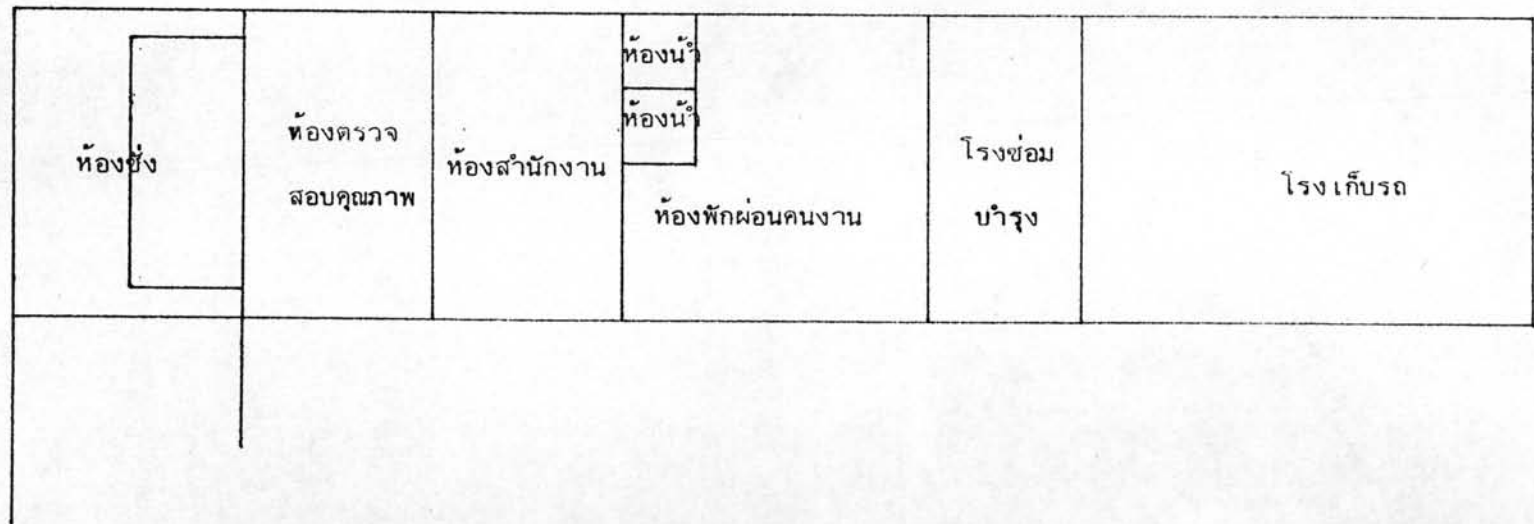


รูปที่ ๔.๔ (ต่อ)



รูปที่ ๔.๑๐

ผังการใช้เนื้อที่ในอาคารสำนักงานและอาคารโรงเก็บรถ



ก. ห้องซิ่ง เป็นห้องสี่เหลี่ยมสร้างคลุมถนนทางเข้าลานเก็บวัตถุดิบ ขนาดห้อง กว้าง ๖ เมตร ยาว ๘ เมตร สูงต่ำสุด ๕ เมตร เป็นอาคารโปร่ง ๓ ด้านไม่มีฝาผนัง ให้รถ ผ่านเข้าออกสวนกันได้ โดยด้านในของห้องซิ่งซุดเป็นหลุมขนาด ๓ x ๖.๕ ตารางเมตร ลึก ๑.๕ เมตร เพื่อติดตั้งเครื่องซิ่งรถยนต์ ขนาดซิ่งน้ำหนักได้ถึง ๔๐ ตัน และมีขนาดแท่น ๓ x ๖.๕ ตารางเมตร ดังนั้น เมื่อรถยนต์นำวัตถุดิบผ่านเข้าไปยังลานเก็บวัตถุดิบ จะต้องผ่านเครื่องซิ่งนี้ ส่วน คอนออกจะผ่านการซิ่งรถเปล่าอีกครั้งหนึ่ง

ข. ห้องทดลอง หรือห้องตรวจสอบคุณภาพลิกไนท์ ห้องนี้เป็นห้องกว้าง ๕ x ๘ ตารางเมตร สูง ๓.๕ เมตร อยู่ระหว่างห้องซิ่งกับห้องสำนักงาน ผนังก่ออิฐฉาบปูน มีหน้าต่าง ๓ ด้าน มีฝ้าเพดาน พื้นห้องเป็นพื้นคอนกรีตขัดมัน ภายในห้องส่วนหนึ่งติดตั้งหน้าต่างปิด เครื่องซิ่ง พร้อมที่ทำงานของพนักงานซิ่ง ใช้เนื้อที่ประมาณ ๒ x ๒ ตารางเมตร

ค. ห้องสำนักงาน อยู่ระหว่างห้องพักคนงาน กับห้องตรวจสอบคุณภาพ ผนังก่ออิฐ ฉาบปูน มีหน้าต่าง ๒ ด้าน ติดม่านตลอดแนวหน้าต่าง มีฝ้าเพดาน พื้นห้องบุด้วยกระเบื้องยาง สามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศได้ ห้องนี้มีขนาด ๕ x ๘ ตารางเมตร ส่วนหนึ่งกันเป็นห้องประชุม ขนาด ๕ x ๓ ตารางเมตร

ง. ห้องพักคนงาน อยู่ส่วนท้ายของอาคารระหว่างห้องสำนักงานกับอาคารโรงเก็บ รถ มีเนื้อที่ ๘ x ๘ ตารางเมตร ผนังก่ออิฐฉาบปูน มีหน้าต่าง ๒ ด้าน ติดม่านตลอดแนวหน้าต่าง มีฝ้าเพดาน พื้นห้องบุด้วยกระเบื้องยาง สามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศได้ ภายในมีเตียง โต๊ะ และเก้าอี้สำหรับพนักงานเข้ากะพักผ่อน ห้องพักคนงานนี้ส่วนหนึ่งแบ่งเป็นห้องน้ำจำนวน ๒ ห้อง มีขนาดห้องละ ๒ x ๒ ตารางเมตร ห้องน้ำห้องหนึ่งสำหรับผู้ที่พักในห้องพัก ส่วนอีกห้องหนึ่ง สำหรับพนักงานอื่น ๆ

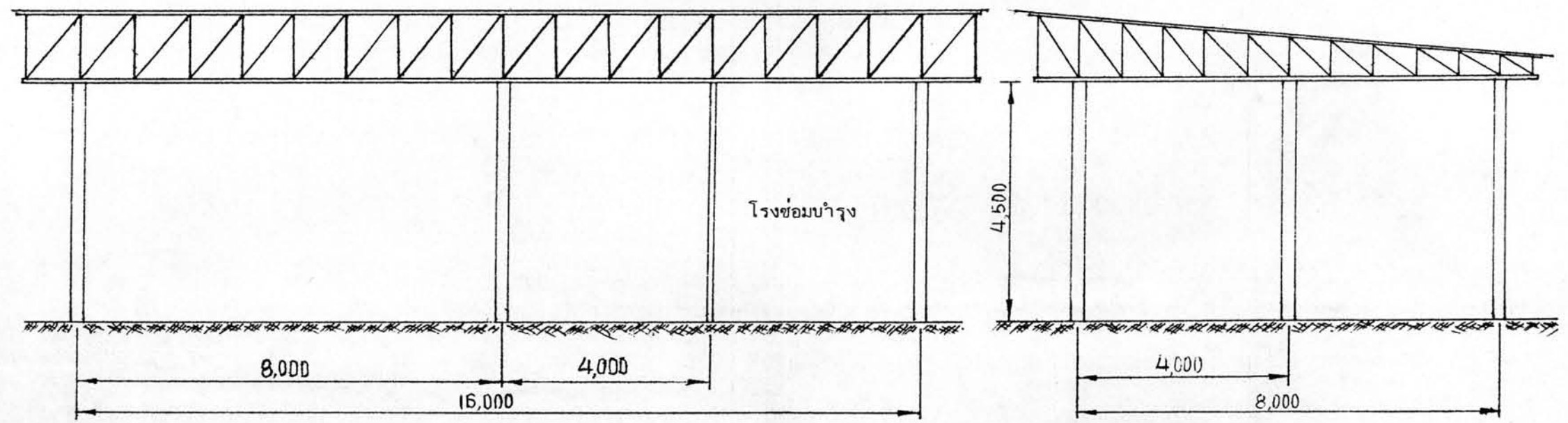
๒.๑๑ อาคารโรงเก็บรถ มีขนาด ๘ x ๑๖ เมตร ปลูกสร้างตามแนวเดียวกับ อาคารสำนักงาน อยู่ติดกับลานเก็บวัตถุดิบ หันด้านหน้าเข้าลานเก็บวัตถุดิบ และด้านหนึ่งของตัวอาคาร ติดกับอาคารโรงบดลิกไนท์ ลักษณะอาคารโล่งสร้างคุมพื้นที่ สามารถกันฝนได้ โครงสร้างหลังคา และเสาเป็นเหล็ก หลังคามุงกระเบื้องลอนคู่ลาดทางเดียว สูงต่ำสุด ๕.๕ เมตร ด้านข้างและด้าน หลังก่ออิฐฉาบปูน ส่วนคานหน้าสูงจากพื้น ๔ เมตร ขึ้นไปถึงหลังคาติดกระเบื้องกันสาด พื้นโรงงาน

เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา ๑๔ เซนติเมตร รูปที่ ๔.๑๑ ประกอบ ภายในอาคารส่วนหนึ่งใช้สำหรับเก็บและซ่อมบำรุงรถตักและอุปกรณ์อื่น ๆ ใช้เนื้อที่ ๑๒ x ๘ ตารางเมตร ส่วนพื้นที่ที่เหลือมีขนาด ๔ x ๘ ตารางเมตร นั้น กันเป็นห้องด้วยลูกกรงเหล็กทำเป็นห้องเก็บเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น เครื่องกลึง เครื่องเชื่อม เครื่องเจาะ เครื่องเจียรนัย และเครื่องเลื่อย เป็นต้น

๓. เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ลงทุนด้วยมูลค่าสูง เครื่องจักรที่ใช้งานเป็นเครื่องจักรที่ใช้เฉพาะงานเป็นส่วนใหญ่ ผู้ออกแบบและสร้างเครื่องจักรจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญพิเศษ ซึ่งวิศวกรและช่างในประเทศนั้นไม่สามารถออกแบบสร้าง ตลอดจนการติดตั้งเองได้ ดังนั้นอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในประเทศไทย จึงจำเป็นต้องสั่งซื้อเครื่องจักรจากต่างประเทศ ประเทศที่มีการผลิตเครื่องจักร ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์จำหน่ายได้แก่ ไต้หวัน (Taiwan) เดนมาร์ก (Denmark) เยอรมัน (Germany) สหรัฐอเมริกา (America) และญี่ปุ่น (Japan) เป็นต้น การซื้อขายจะเหมือนกับสั่งจ้างทำ เพราะเป็นเครื่องจักรที่ใช้เฉพาะงาน ไม่มีวางขายตามท้องตลาดทั่วไป ดังนั้นการสั่งซื้อจึงต้องใช้เวลาพอสมควร การเสนอราคาตลอดจนการออกแบบ จะใช้หน่วยตกลงกันเป็นกำลังการผลิตปูนเม็ดต่อวัน ดังนั้นถ้าผู้ซื้อต้องการจะตั้งโรงงานผลิตปูนเม็ดขนาด ๔,๐๐๐ ตันต่อวัน บริษัทผู้ผลิตก็จะออกแบบ และเสนอราคาเครื่องจักรทั้งขบวนการผลิต ตลอดจนค่าติดตั้งโดยจะไม่แยกจำหน่ายเป็นเครื่อง หลังจากบริษัทผู้ขายให้ดำเนินการติดตั้งเครื่องจักรเรียบร้อยแล้ว ก็จะมีการทดสอบกำลังการผลิต (Test Run) จนได้อัตรากำลังการผลิตตามที่ได้ตกลงกัน จึงมีการตรวจรับเครื่องจักร

ในการเปลี่ยนระบบการเผาปูนเม็ดจากน้ำมันเตาอย่างเดียวมาเป็นลิกลินท์ร่วมกับน้ำมันเตาก็เช่นเดียวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตลิกลินท์บด ตลอดจนหัวเผา (Burner) ก็ต้องอาศัยการออกแบบสร้าง และติดตั้งโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรของอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เหมือนกัน การตกลงซื้อขายก็ตกลงกันเป็นอัตรการใช้ลิกลินท์ต่อวัน ด้วยเหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้ การที่จะซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการเตรียมลิกลินท์เข้าเตาเผา สำหรับโรงงานปูนซีเมนต์ในประเทศไทย จึงจำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทั้งหมด จะเป็นประเทศใดนั้น ส่วนมากจะขึ้นอยู่กับเครื่องจักรที่ผลิตปูนซีเมนต์

รูปที่ ๔.๑๑
โครงสร้างอาคารโรงเก็บรถ



คือถ้าเครื่องจักรที่ผลิตปูนซีเมนต์ที่มีอยู่ซื้อจากประเทศไทย เครื่องจักรที่ใช้ในการบดลิกไนท์ก็จะสั่งซื้อจากประเทศนั้นด้วย ทั้งนี้เพื่อสะดวกในด้านการผลิต และด้านการออกแบบต่าง ๆ ในการวิจัยนี้ จะสมมุติฐานว่าสั่งซื้อเครื่องมือเครื่องจักร ตลอดจนราคาต่าง ๆ จากผู้ผลิตต่างประเทศที่ได้เสนอราคาต่อบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด เมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๒๕ ในการบดลิกไนท์เพื่อใช้กับโครงการนี้ จะคิดชั่วโมงการทำงานวันละ ๒๒ ชั่วโมง ส่วนอีก ๒ ชั่วโมงจะเผื่อไว้สำหรับทำความสะอาดเครื่องจักร โรงงานปูนซีเมนต์ขนาด ๔,๐๐๐ ตัน/วัน จะใช้ลิกไนท์บด ๔๔๔ ตัน/วัน หรือ ๒๗ ตัน/ชั่วโมง ตามที่ได้ศึกษามาแล้ว ดังนั้นเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้จะต้องสามารถผลิตลิกไนท์บดได้ในอัตรา ๒๗ ตัน/ชั่วโมง

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบดลิกไนท์เพื่อใช้ในการเผาปูนเม็ด แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือ

๓.๑ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการบดลิกไนท์ ที่จัดหาเองได้ในประเทศ

๓.๒ เครื่องจักรที่ใช้ในการบดลิกไนท์ ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ

๓.๑ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการบดลิกไนท์ ที่จัดหาเองได้ในประเทศ เป็นเครื่องจักรที่สามารถสั่งซื้อจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศได้ โดยเครื่องจักรและอุปกรณ์เหล่านี้ไม่ได้จัดรวมอยู่ในชุดเครื่องจักรในขบวนการผลิต ดังนั้นทางบริษัทผู้ผลิตปูนซีเมนต์จะต้องจัดหาเอง ได้แก่

๓.๑.๑ รถดักล้อย่าง ขนาดกระพ้อดัก (Bucket) ความจุ ๒ ลูกบาศก์เมตร กำลังขับ ๒๐๐ แรงม้า ใช้น้ำมันดีเซล ๑๐ ลิตรต่อชั่วโมง ใช้สำหรับดักลิกไนท์ที่กองอยู่ในโรงเก็บวัตถุดิบเข้าระบบการเตรียมลิกไนท์ จำนวนที่ใช้ ๓ คัน ราคาจำหน่ายคันละ ๑,๘๐๐,๐๐๐ บาท

๓.๑.๒ เครื่องชั่งน้ำหนักรถยนต์แบบหน้าปิด ขนาดชั่งได้ถึง ๔๐ ตัน แท่นชั่งมีขนาด ๓.๐๐ x ๖.๕ ตารางเมตร ราคาพร้อมค่าติดตั้ง ๕๕๐,๐๐๐ บาท จำนวน ๑ เครื่อง

๓.๑.๓ เครื่องมือประจำห้องทดลอง (Laboratory) ของหน่วยควบคุมคุณภาพลิกไนท์ ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

- ก. เครื่องแบ่งตัวอย่าง (Sampler) ใช้กำลังไฟฟ้า ๓๗๓ วัตต์
- ข. เครื่องชั่งละเอียด (Balance) ใช้กำลังไฟฟ้า ๔๐ วัตต์
- ค. ตะแกรงวัดขนาด (Siever)
- ง. เตาอบ (Oven) ใช้หาความชื้น ใช้กำลังไฟฟ้า ๒,๐๐๐ วัตต์
- จ. เครื่องมือวัดค่าความร้อน (Adiabatic bomb - calorimeter)
- ฉ. หลอดแก้วสำหรับตรวจสอบกำมะถัน
- ช. อุปกรณ์ช่วยในการเก็บตัวอย่าง เช่น ภาชนะบรรจุ และดักวัตถุติด เป็นต้น

๓.๑.๔ เครื่องมือและอุปกรณ์ทำความสะอาด ซึ่งได้แก่ เครื่องดูดฝุ่น จำนวน ๓ เครื่อง ใช้ไฟฟ้าเครื่องละ ๑.๒ กิโลวัตต์ ราคาเครื่องละ ๑๔,๐๐๐ บาท ไม้กวาด แปรง และอุปกรณ์อื่น ๆ

๓.๑.๕ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุง งานซ่อมบำรุง เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตสิบกไนท์บดนั้น ถ้าเป็นการชำรุดเสียหายเพียงเล็กน้อย หรือชิ้นส่วนนั้นไม่มีความสำคัญมากนัก ควรจะมีการซ่อมได้เอง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการประหยัดทั้งเงินและเวลาด้วย แต่ถ้าเป็นการซ่อมใหญ่ ก็จำเป็นต้องจ้างช่างตามโรงกลึงต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ก. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ขนาด ๕ กิโลวัตต์ ๕๐ - ๓๐๐ แอมแปร์ ใช้กับไฟ ๒๒๐ โวลท์ จำนวน ๑ เครื่อง
- ข. เครื่องกลึงขนาดกลึงได้ยาว ๑.๕ เมตร ใช้กำลังขับ ๓.๗ กิโลวัตต์ ใช้ไฟ ๓๘๐ โวลท์ จำนวน ๑ เครื่อง
- ค. เครื่องเจียรนัยมือขนาดหินเจียรเส้นผ่าศูนย์กลาง ๗ นิ้ว ใช้กำลังขับ ๐.๓๗ กิโลวัตต์ ใช้ไฟ ๒๒๐ โวลท์ จำนวน ๑ เครื่อง
- ง. เครื่องเลื่อยไฟฟ้า ขนาดเลื่อยชิ้นงานได้หนาไม่น้อยกว่า ๖ นิ้ว ใช้กำลังขับ ๐.๗๔๖ กำลังม้า จำนวน ๑ เครื่อง
- จ. ส่วนมือไฟฟ้า ขนาดใช้กับดอกสว่าน $\frac{3}{8}$ นิ้ว ได้ ใช้กำลังขับ ๐.๑๘๗ กำลังม้า จำนวน ๑ เครื่อง
- ฉ. ส่วนไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะเจาะชิ้นงานได้สูง ๔๐ เซนติเมตร ใช้กับดอกสว่าน $\frac{3}{8}$ นิ้ว ได้ ใช้กำลังขับ ๐.๗๔๖ กำลังม้า จำนวน ๑ เครื่อง
- ช. พวกเครื่องมือแฮนด์ทูล (Hand Tools) เช่น ประแจต่าง ๆ ชุดชุดลูกปืน

ชุดดูดพุลเล่ เครื่องจักรบี และน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

๓.๒ เครื่องจักรที่ใช้ในการบดลิกไนท์ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ ^(๑๓) เป็นเครื่องจักรที่ได้รับการออกแบบและสร้างโดยบริษัทต่างประเทศ ดังแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องจักร (ดูภาคผนวกที่ ง.๔) ในการวิจัยนี้จะใช้ราคาตลาดจนขนาดของเครื่องจักรและการติดตั้ง โดยเปรียบเทียบจากการที่มีบริษัทผู้ผลิตต่างประเทศได้ยื่นเสนอราคาต่อ บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด เมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๒๔ ซึ่งจำแนกเป็นเครื่องมือประจำหน่วยใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

๓.๒.๑ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ประจำหน่วยเก็บวัตถุดิบ และหน่วยย่อยลิกไนท์ (Lignite Storage and Crusher)

๓.๒.๒ เครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำหน่วยบด (Lignite Mill)

๓.๒.๓ เครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำหน่วยเผาไหม้ (Lignite Firing Equipment)

๓.๒.๔ อุปกรณ์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบควบคุมและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าอื่น ๆ

๓.๒.๑ เครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำหน่วยเก็บและหน่วยย่อยลิกไนท์ เครื่องจักรที่สำคัญในชุดนี้คือ เครื่องย่อย ซึ่งวางอยู่ในแนวตั้ง สูงจากพื้นถึงช่องบ่อนลิกไนท์ ๑๐ เมตร และช่องทางที่ลิกไนท์ออกจากฮอปเปอร์ (Hopper) อยู่ต่ำกว่าพื้นโรงงาน ๒.๕ เมตร ดังนั้นในการลำเลียงลิกไนท์จากฮอปเปอร์ เข้าสู่เครื่องบด จะต้องลำเลียงด้วยสายพานลำเลียง และกระท้อลำเลียง (Bucket Conveyor) เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้จำแนกได้ดังนี้

ก. ชุดฮอปเปอร์ (Hopper) ขนาด ๔ x ๖ ตารางเมตร สูง ๒.๕ เมตร บรรจุได้ ๓๐ ลูกบาศก์เมตร และชุดรองรับ ทำหน้าที่รับลิกไนท์ เพื่อส่งไปยังเครื่องมือขนถ่ายแบบกระท้อ หนัก ๔๓ ตัน

ข. ชุดบ่อนลิกไนท์ ทำด้วยสายพานเหล็ก (Apron Feeders) ขนาดกว้าง ๑ เมตร ยาว ๓ เมตร อัตราการขน ๓๕ ตัน/ชั่วโมง ติดตั้งอยู่ใต้ฮอปเปอร์ (Hopper) หนัก ๒๑.๔๔ ตัน ใช้กำลังขับ ๑.๕ กิโลวัตต์ ทำหน้าที่รับวัสดุจากฮอปเปอร์ จ่ายลงในกระท้อลำเลียงอย่างสม่ำเสมอ

ค. กระท้อลำเลียง (Bucket Conveyor) ขนาดกว้าง ๐.๘ เมตร ยาว ๑.๒ เมตร สูง ๑๗ เมตร อัตราการขน ๗๐ ตันต่อชั่วโมง ความเร็ว ๐.๗๔ เมตร/วินาที ติดตั้ง

ติดกับอาคารโรงย่อย ทำหน้าที่ลำเลียงลิกไนท์จากฮอปเปอร์เข้าเครื่องย่อย โดยใช้กำลังขับ ๗.๕ กิโลวัตต์ น้ำหนักรวม ๕.๐๐ ตัน

ง. อุปกรณ์แยกเหล็กด้วยแม่เหล็ก (Magnetic Iron Separator) ทำหน้าที่แยกเศษเหล็ก ที่ปนไปกับลิกไนท์ออกก่อนนำเข้าเครื่องย่อย มีน้ำหนัก ๒ ตัน

จ. เครื่องย่อย (Crusher) แบบ ROLL JAW CRUSHER ชนิด L ๖๕ x ๑๒๐ ความเร็ว ๓๒๐ รอบต่อนาที อัตราการย่อย ๖๐ ตันต่อชั่วโมง ทำหน้าที่ย่อยลิกไนท์จากขนาด $\frac{9}{2}$ - ๖ นิ้ว ให้มีขนาด ๒๕ มิลลิเมตร ใช้กำลังขับ ๗๕ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๘.๐๕ ตัน

ฉ. สายพานยางขนาดกว้าง ๐.๖๕ เมตร ยาว ๖ เมตร ความเร็ว ๑ เมตร/วินาที อัตราขนถ่าย ๗๐ ตัน/ชั่วโมง ติดตั้งในแนวราบ ทำหน้าที่ลำเลียงลิกไนท์ที่ผ่านการย่อยแล้วเข้าสู่กระพ้อลำเลียง ใช้กำลังขับ ๒.๒ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๒.๕ ตัน

ช. กระพ้อลำเลียง (Bucket Conveyor) ขนาดกว้าง ๐.๘ เมตร ยาว ๑.๒ เมตร สูง ๒๑ เมตร อัตราการขน ๗๐ ตันต่อชั่วโมง ความเร็ว ๐.๗๕ เมตร/วินาที ติดตั้งใกล้กับถังไซโลเก็บลิกไนท์ ทำหน้าที่ลำเลียงลิกไนท์จากสายพานขึ้นสู่ถังไซโล โดยใช้กำลังขับ ๗.๕ กิโลวัตต์ น้ำหนักรวม ๕.๓๘ ตัน

ซ. ถังไซโลสำหรับเก็บลิกไนท์ที่ผ่านการย่อยแล้ว ทำด้วยเหล็ก (Mild Steel Silo) เส้นผ่าศูนย์กลาง ๗ เมตร ช่องทางเข้าของวัสดุสูงจากพื้น ๑๖ เมตร จุลิกไนท์ได้ ๓๐๐ ลูกบาศก์เมตร น้ำหนัก ๒๕.๐๓ ตัน

ณ. อุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ มีน้ำหนักรวม ๘.๒ ตัน ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- รอกยกน้ำหนัก (Hoist) ติดตั้งอยู่ในโรงย่อยลิกไนท์ เตรียมไว้ใช้ในงานซ่อมบำรุงขนาดยกได้ ๑.๕ ตัน
- ชุดรางเอียง
- ชุดรองรับเครื่องจักรและอุปกรณ์
- สกรูยึดแทนเครื่องจักรและอุปกรณ์

ดังนั้น เครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำหน่วยเก็บและหน่วยย่อยลิกไนท์ จะใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมด ๘๓.๗๐ กิโลวัตต์ และมีน้ำหนักทั้งหมด ๑๒๐.๗ ตัน

๓.๒.๒ เครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำหน่วยบด เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สำคัญในชุดนี้ คือ เครื่องบด ซึ่งวางอยู่ในแนวตั้ง และได้รับความร้อนที่เหลือใช้จากเตาเผามาช่วยในขณะทำการบดด้วย เหนือเครื่องบดมีถังไซโลขนาด ๑๐๐ ลูกบาศก์เมตรสำหรับเก็บลิกไนท์ก่อนเข้าเครื่องบด และมีถังไซโคลน (Cy-clone) รับลมร้อนจากเตาเผาปูนเม็ด ดังนั้นจึงทำให้ต้องสร้างอาคารให้สูงถึง ๓๓ เมตร เพื่อใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่กล่าวมาแล้ว การล่าเสียงลิกไนท์จากที่ย่อยแล้วจากถังเก็บ ขึ้นสู่ชุดเครื่องบดนี้ใช้กระพ้อล่าเสียงเป็นตัวขับเคลื่อน เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้มีดังนี้

ก. ชุดป้อนวัสดุกำหนดน้ำหนักได้ (Dosimat Weigh Feeder) อัตราการป้อน ๓ - ๓๐ ตันต่อชั่วโมง ทำหน้าที่จ่ายลิกไนท์ย่อยจากถังเก็บลงสู่สายพานล่าเสียงในอัตราที่ต้องการ ใช้กำลังขับ ๑.๑ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๓.๕๐ ตัน

ข. สายพานยางขนาดกว้าง ๐.๖๕ เมตร ยาว ๖ เมตร ความเร็ว ๑ เมตรต่อนาที อัตราการขน ๔๐ ตันต่อชั่วโมง ติดตั้งในแนวราบ ทำหน้าที่ล่าเสียงลิกไนท์ที่ย่อยแล้วจากถังเก็บ ส่งต่อไปยังกระพ้อล่าเสียง ใช้กำลังขับ ๒.๒ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๒.๕ ตัน

ค. กระพ้อล่าเสียง (Bucket Conveyor) ขนาดกว้าง ๐.๘ เมตร ยาว ๑.๒ เมตร สูง ๓๘ เมตร อัตราการขน ๔๐ ตันต่อชั่วโมง ความเร็ว ๐.๕ เมตร/วินาที ติดตั้งใกล้กับอาคารโรงบดลิกไนท์ ทำหน้าที่ล่าเสียงลิกไนท์จากสายพานขึ้นสู่ไซโลในโรงบดลิกไนท์ ใช้กำลังขับ ๑๑.๒ กิโลวัตต์ น้ำหนักรวม ๘.๓๔ ตัน

ง. ถังไซโลทำด้วยเหล็กเหนียว (Mild Steel Silo) ขนาดบรรจุ ๑๐๐ ตัน มีอุปกรณ์วัดระดับ และฉนวนกันความร้อน ทำหน้าที่เก็บลิกไนท์ก่อนทำการบด มีน้ำหนักรวม ๕๒.๕๔ ตัน

จ. ชุดรับและจ่ายลมร้อนจากเตาเผาปูนเข้าสู่หม้อต้ม มีน้ำหนักรวมทั้งสิ้น ๑๕๔.๕๕ ตัน และใช้พลังงานไฟฟ้า ๒๐๐ กิโลวัตต์ ซึ่งจำแนกออกได้ดังนี้

๑. ไซโคลน (Cyclone) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔.๒ เมตร จำนวน ๑ ถัง น้ำหนัก ๑๐.๕๕ ตัน
๒. ไซโคลน (Cyclone) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕ เมตร จำนวน ๑ ถัง น้ำหนัก ๑๓.๕๔ ตัน
๓. ท่อสำหรับรับลมร้อนจากทางออกของเตาเผาเข้าสู่หน่วยเผา หนักทั้งหมด ๗๐.๗๐ ตัน
๔. ชุดท่อทางจ่าย ลมร้อนเข้าเครื่องบดในตำแหน่งต่าง ๆ รวมน้ำหนักทั้งหมด ๒๖.๒๑ ตัน
๕. ลิ้นปีกผีเสื้อ (Throttle Valve) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ จำนวน ๔ ชุด น้ำหนักรวม ๐.๕๗ ตัน
๖. ชุดเปลี่ยนทิศทางการลมร้อน (Airsluice) ขนาดต่าง ๆ จำนวน ๓ ชุด น้ำหนัก รวม ๒.๖๔ ตัน
๗. ชุดยกลิ้น (Hoisting Valve) มีน้ำหนัก ๑.๘๖ ตัน
๘. ชุดรองรับ (Supports) และอุปกรณ์ในการติดตั้ง มีน้ำหนักรวม ๑๔.๐๐ ตัน
๙. วัสดุทนไฟ (Insulating Materials) มีน้ำหนักรวม ๔.๒๖ ตัน
๑๐. แผ่นปรับปริมาณอากาศ (Disc Damper) หนัก ๐.๕๕ ตัน
๑๑. พัดลม (Fan) อัตราการเป่าลมได้ ๗๘๐ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ใช้กำลังขับ ๒๐๐ กิโลวัตต์ หนัก ๔.๕๓ ตัน
๑๒. เครื่องบดลูกในท์ชนิดโรลเลอร์ (Roller Mill) ความเร็วรอบ ๔๗.๕ รอบ ต่อนาที อัตราการบด ๒๗ ตันต่อชั่วโมง บดลูกในท์ที่ความชื้นสูงสุด ๒๕ % หลังจากบดแล้วไม่น้อยกว่า ๘๕ % มีขนาด ๔๐ ไมครอน (Micron) ความชื้นที่ออกมาไม่เกิน ๑๐ %

เครื่องบดนี้มีระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) สำหรับกดลูกบดด้วย ใช้กำลังขับ ๒๖๐ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๔๖ ตัน

ข. เครนแขวนเลื่อนได้ (Travelling Trolley Crane) ติดตั้งไว้ใช้ในงานซ่อมบำรุงเครื่องจักร สามารถยกชิ้นงานได้ ๕ ตัน ยกได้สูง ๑๒ เมตร มีน้ำหนักตัวเครน ๔.๓ ตัน

ค. เครื่องเก็บตัวอย่าง (Sampler) หนัก ๐.๐๑ ตัน

ง. ชุดจับฝุ่นด้วยระบบไฟฟ้า (Electrostatic Precipitator) ขนาด ๑,๑๐๐ ลูกบาศก์เมตร สามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงสุด ๑๕๐ °C อัตราเก็บฝุ่นขาเข้า (Dust Inlet) ๔๕ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อัตราฝุ่นขาออก (Dust outlet) ๔๐ มิลลิกรัม ใช้กำลังไฟฟ้า ๓.๒๒ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๑๔๓.๘๔ ตัน ซึ่งรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น ท่อทางเข้าและท่อทางออก ฐานรอง และวัสดุทนไฟ เป็นต้น

จ. ชุดลำเลียงฝุ่นผงลึกในที่เกิดจากการบด

๑. ปั๊มใบเกลียวใช้ในระบบขนถ่ายแบบลม (Pneumatic Screw Pump) อัตราการขน ๒ ตัน/ชั่วโมง ใช้กำลังขับ ๗.๕ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๐.๘๔ ตัน

๒. เครื่องเป่าอากาศแบบหมุน (Rotary Blower) ชนิด GMA 13.6 FA กำลังขับ ๒๒ กิโลวัตต์ หนัก ๐.๕๗ ตัน

๓. ท่อสำหรับลำเลียงฝุ่น ชุดท่อโค้งงอ ชุดแยกทิศทางลม และชุดรองรับต่าง ๆ น้ำหนักรวม ๑.๔๔ ตัน

ฉ. เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงลึกในท์เข้าเก็บยังหน่วยเผา

๑. เครื่องมือขนถ่ายวัสดุแบบใบเกลียว (Screw Conveyor) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๐.๔๗๕ เมตร ยาว ๑๘ เมตร ใช้กำลังขับ ๓.๗ กิโลวัตต์ หนัก ๓.๖๔ ตัน

๒. ท่อทางส่งลึกในท์ที่บดแล้วลงเครื่องมือขนถ่ายวัสดุแบบใบเกลียวมีขนาด ๐.๔๗๕ x ๐.๔๗๕ ตารางเมตร หนัก ๐.๑๔ ตัน

๓. ปั๊มใบเกลียวใช้ในระบบขนถ่ายแบบลม (Pneumatic Screw Pump) อัตราการขน

๓๒ ตัน/ชั่วโมง ใช้กำลังขับ ๒๖.๐๐ กิโลวัตต์ หนัก ๒.๖๗ ตัน

๔. บีบอัดอากาศ (Air Compressor) ขนาด ๒๐ ลูกบาศก์เมตร/นาที ที่ความดันปกติใช้กำลังขับ ๖๐ กิโลวัตต์ หนัก ๑.๓๔ ตัน

๕. ท่อทางสำหรับส่งลิกไนท์ไปยังหน่วยเผา ซึ่งประกอบไปด้วย ท่อตรง ท่ออ อุกรณ์ เปลี่ยนทิศทางการไหล และอุปกรณ์ชุดรองรับ มีน้ำหนักรวม ๑๐.๘๕ ตัน

๖. ชุดกรองฝุ่นอัตโนมัติ (Automatic Dust Filter) อัตราการกรอง ๑๔ ลูกบาศก์เมตร/นาที ประกอบด้วยพัดลม และลิ้นปิดเปิดให้ลมผ่าน ใช้กำลังขับทั้งหมด ๒.๒ กิโลวัตต์ น้ำหนัก ๒.๔๔ ตัน

๗. ถังไซโลทำด้วยเหล็กเหนียว (Mild Steel Silo) ขนาดบรรจุ ๖๐ ลูกบาศก์เมตร มีเครื่องวัดระดับปริมาณบรรจุ และมีวัสดุทนไฟหุ้ม น้ำหนักรวม ๓๗.๕๓ ตัน

๘. ชุดอุปกรณ์ป้องกันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เกิดในชุดจับฝุ่นในชุดกรอง และในถังไซโล น้ำหนักรวม ๘.๔ ตัน

๙. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น รางเอียง สกรูยึดเครื่องจักรและอุปกรณ์ มีน้ำหนักรวม ๓.๒๓ ตัน

ดังนั้นเครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำหน่วยบดใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมด ๕๔๙.๑๒ กิโลวัตต์ และมีน้ำหนักรวม ๔๘๙.๖๒ ตัน

๓.๒.๓ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในหน่วยเผาลิกไนท์ ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

ก. ถังไซโลเก็บผงลิกไนท์ ทำด้วยเหล็กขนาดบรรจุ ๖๐ ลูกบาศก์เมตร มีอุปกรณ์ควบคุมระดับ และมีวัสดุทนไฟป้องกันความร้อน น้ำหนัก ๓๗.๕๓ ตัน

ข. ชุดบ่อนผงลิกไนท์เข้าเตาเผาใช้กำลังขับทั้งหมด ๑๑.๒ กิโลวัตต์ น้ำหนักรวม ๙.๒๔ ตัน ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

๑. ประตูเลื่อนปิดเปิด (Slide Gate) จำนวน ๑ ชุด

๒. เครื่องบ่อนลิกไนท์ผง เป็นแบบใบเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๐.๔๐๐ เมตร

๓. เครื่องมือควบคุมการจ่ายลิกไนท์ พร้อมทั้งชุดชั่งน้ำหนักอัตโนมัติ

ค. ปั๊มใบเกลียวใช้ในระบบขนถ่ายแบบลม (Pneumatic Screw Pump) อัตราการ
ขน ๓๒ ตัน/ชั่วโมง ใช้กำลังขับ ๒๖ กิโลวัตต์ หนัก ๒.๖๗ ตัน

ง. เครื่องเป่าอากาศแบบหมุน (Rotary Blower) ชนิด GMA 13.6 FA กำลังขับ
๒๒ กิโลวัตต์ หนัก ๐.๕๗ ตัน

จ. เครื่องกรองฝุ่นอัตโนมัติขนาด ๑๔ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ใช้กำลังขับ ๒.๒
กิโลวัตต์ หนัก ๒.๔๔ ตัน

ฉ. ปั๊มอัดอากาศ (Air Compressor) อัดอากาศได้ ๔ ลูกบาศก์เมตร/นาที ที่
ความดัน ๗ บรรยากาศ ใช้กำลังขับ ๖๐ กิโลวัตต์ หนัก ๑.๕๔ ตัน

ช. ชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับการเผาไหม้ น้ำหนักรวม ๔.๔๐ ตัน ใช้กำลัง
ขับ ๔๖.๕ กิโลวัตต์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

๑. หัวเผา (Burner) ระบบ ๓ ช่องทาง (3 - CHANNEL SYSTEM) จำนวน
๑ หัว

๒. แท่นเลื่อนหัวเผาเข้าออกจากเตาเผา โดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนให้เลื่อนในรางเลื่อน
ใช้กำลังขับ ๑.๕ กิโลวัตต์

๓. หัดลมสำหรับป้อนอากาศเข้าเตาเผาชนิด XPF 88/95 ใช้กำลังขับ ๔๕ กิโลวัตต์

๔. ท่อทางลมเข้าเตาเผา

๕. อุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ หนัก ๗.๒๓ ตัน ประกอบด้วย

- ท่อทางส่งลิกไนท์
- ลีนควบคุมการจ่ายผงลิกไนท์
- ฐานรองรับและสกรูยึดต่าง ๆ



ดังนั้นเครื่องจักรประจำหน่วยเผาลิกไนท์ ใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมด ๑๖๗.๔๐ กิโลวัตต์ มี
น้ำหนักรวม ๗๑.๕๖ ตัน

๓.๒.๔ อุปกรณ์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า ระบบควบคุมและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ประกอบด้วย

ก. สายไฟฟ้า ท่อเดินสาย และอุปกรณ์ยึดสาย น้ำหนักรวม ๗.๒๐ ตัน

ข. มอเตอร์ไฟฟ้า และส่วนประกอบ หนัก ๑๑.๘๔ ตัน

ค. ระบบควบคุมและและอุปกรณ์ช่วยในการควบคุม น้ำหนักรวม ๑๔.๕๓ ตัน

ดังนั้นน้ำหนักรวมทั้งหมด ๓๓.๖๒ ตัน

๔. สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เนื่องจากในการสร้างโรงงานสำหรับบัดลิกไนท์ เพื่อมาใช้กับโรงปูนนั้น จะต้องเดินเครื่องจักรตลอด ๒๔ ชั่วโมง โดยแบ่งการทำงานออกเป็น ๓ กะ นอกจากนี้แล้วลิกไนท์ยังสามารถถูกไหม้ติดไฟได้ด้วย ดังนั้นแสงสว่างและระบบป้องกันอัคคีภัยจึงมีความจำเป็นมาก รายการสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะต้องจัดหามิดังนี้

๔.๑ แสงสว่าง ในโครงการนี้แบ่งบริเวณการให้แสงสว่างไว้ ๒ บริเวณใหญ่ ๆ ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้า ๓๗๑.๐๐ หน่วยต่อวัน

ก. บริเวณที่ไม่ต้องการความละเอียดในการทำงานมากนัก ได้แก่ บริเวณลานเก็บวัตถุดิบ ลานเชื่อมต่อระหว่างหน่วยผลิตต่าง ๆ ห้องซัง และโรงเก็บรถ เป็นต้น ซึ่งบริเวณดังกล่าวนี้จะต้องมีแสงสว่างไม่น้อยกว่า ๒๐ ลักซ์ โดยตั้งเสาเหล็กติดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) ขนาด ๔๐ วัตต์ ๒ หลอดคู่ และมีโคลมไฟกันฝน โดยตั้งเสาให้ห่างกันโดยเฉลี่ย ๑๐ เมตร ดังนั้นลานเก็บวัตถุดิบใช้ ๓๕ จุด ติดกับโครงยึดกระพ้อลำเสียง ๖ จุด ตั้งเก็บลิกไนท์ที่ย่อยแล้ว ๒ จุด ท่อลำเสียงลิกไนท์บัด ๓ จุด ในโรงเก็บรถ ๖ จุด ห้องซัง ๔ จุด และรอบนอกอาคารโรงงานต่างๆ ประมาณ ๑๐ จุด รวมทั้งหมด ๖๖ จุด ดังนั้นจะใช้กำลังไฟฟ้าในการนี้ ๕.๒๔ กิโลวัตต์ ระยะเวลาที่ใช้แสงสว่างประมาณ ๑๒ ชั่วโมงต่อวัน รวมใช้ไฟประมาณ ๖๓.๓๖ หน่วยต่อวัน

ข. บริเวณที่ต้องการความละเอียดในการทำงานมาก ได้แก่ บริเวณอาคารหน่วยผลิตต่าง ๆ ห้องตรวจสอบคุณภาพ สำนักงาน ห้องพักคนงาน โรงซ่อมบำรุง บริเวณที่กล่าวมานี้จะต้องมีแสงสว่างไม่น้อยกว่า ๕๐ ลักซ์ มีโคลมไฟติดห้อยจากเพดานในแต่ละชั้นของอาคาร แต่ละโคลมมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) ขนาด ๔๐ วัตต์ จำนวน ๒ หลอด โดยติดให้แต่ละโคลมห่างกัน ๑.๕ เมตร ดังนั้นอาคารโรงจ่ายวัตถุดิบจะต้องใช้ทั้งหมด ๑๔ โคลม โรงย่อยลิกไนท์คิดจากเนื้อที่ ๕๐ % ของเนื้อที่ทั้งหมดในอาคาร ดังนั้นจะใช้ไฟ ๒๓ โคลม อาคารโรงบัดลิกไนท์คิดจากเนื้อที่ ๕๐ % ของเนื้อที่ทั้งหมดในอาคาร ดังนั้นจะต้องใช้ไฟ ๑๖๔ โคลม อาคารหน่วยเผา

คิดจากเนื้อที่ ๕๐ % ของเนื้อที่ทั้งหมดในอาคาร ดังนั้นจะต้องใช้ไฟทั้งหมด ๓๐ โคลม ห้องตรวจ
 สอบคุณภาพใช้ ๑๐ โคลม ห้องสำนักงานใช้ ๑๐ โคลม ห้องพักคนงานและห้องน้ำใช้ ๑๖ โคลม
 โรงซ่อมบำรุง ๖ โคลม รวมทั้งหมด ๒๗๕ โคลม ใช้กำลังไฟฟ้าทั้งสิ้น ๒๒.๐๐ กิโลวัตต์
 ระยะเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยประมาณ ๑๔ ชั่วโมงต่อวัน รวมใช้ไฟฟ้าประมาณ ๓๐๔.๐๐ หน่วยต่อวัน

๔.๒ เครื่องดับเพลิง ลิกในทันทีมีโอกาสติดไฟได้ง่าย ดังนั้นหน่วยผลิตต่าง ๆ
 จึงจำเป็นต้องมีเครื่องดับเพลิงติดตั้งไว้ในที่ต่าง ๆ กันในบริเวณโรงงานให้หยิบใช้ได้โดยสะดวก โดย
 เฉลี่ยการติดตั้งเครื่องดับเพลิง ๑ เครื่องต่อเนื้อที่ ๑๐๐ ตารางเมตร เครื่องดับเพลิงที่ใช้เป็นชนิด
 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถดับไฟได้ทุกชนิด มีขนาดบรรจุ ๑๕ ปอนด์ ดังนั้นอาคารหน่วยเผา
 ไหม้ ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิง ๓ เครื่อง อาคารหน่วยบัด ๑๒ เครื่อง อาคารหน่วยย่อยลิกใน
 ๓ เครื่อง อาคารหน่วยจ่ายวัตถุดิบ ๑ เครื่อง ลานเก็บวัตถุดิบคิดพื้นที่ติดตั้งเครื่องดับเพลิงจาก
 ๕๐ % ของพื้นที่ลานเก็บวัตถุดิบ ดังนั้นต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงที่ลานเก็บวัตถุดิบนี้ประมาณ ๑๒ เครื่อง
 ห้องซัง ๑ เครื่อง ห้องตรวจสอบคุณภาพ ๑ เครื่อง ห้องสำนักงาน ๑ เครื่อง ห้องพักคนงาน
 ๑ เครื่อง โรงซ่อมบำรุง ๑ เครื่อง โรงเก็บรถ ๑ เครื่อง และบริเวณถังเก็บลิกในที่ย่อยแล้ว
 ๑ เครื่อง รวมในโครงการนี้ใช้เครื่องดับเพลิงทั้งสิ้น ๓๔ เครื่อง

นอกจากนี้แล้วการป้องกันอัคคีภัยในหน่วยผลิตต่าง ๆ ยังต้องเดินท่อน้ำประปาขนาดเส้นผ่า
 ศูนย์กลาง ๓ นิ้ว ไว้ตามจุดต่าง ๆ ของตัวอาคาร เพื่อใช้ในการดับเพลิงถ้ามีอัคคีภัยเกิดขึ้น ซึ่งจะ
 นำไปคิดค่าใช้จ่ายรวมในค่าเดินท่อประปาของโรงงาน

๔.๓ สิ่งอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่พนักงาน ซึ่งพอจะจำแนกออกได้ดังนี้

ก. วัสดุและครุภัณฑ์สำนักงาน เช่น พวงกระดาด เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องคิดเลข
 ดินสอ ปากกา โต๊ะและเก้าอี้ ตู้เก็บเอกสาร เป็นต้น นอกจากนี้จะต้องมีโต๊ะและเก้าอี้สำหรับ
 พนักงานควบคุมเครื่องจักรไว้นั่งจดบันทึก หรือนั่งพักผ่อน โดยจะมีให้หน่วยผลิตละ ๑ ชุด

ข. ห้องพักผ่อนคนงาน จะต้องมีเตียงนอน โต๊ะและเก้าอี้ให้เพียงพอกับคนงาน โดย
 เตียงนอนจะใช้เป็นเตียง ๒ ชั้น เพื่อจะได้กินเนื้อที่น้อย นอกจากนี้แล้วจะต้องติดอ่างล้างมือทุก ๆ
 อาคารหน่วยผลิต เพื่อให้คนงานล้างมือและล้างหน้า ซึ่งค่าติดตั้งนี้จะรวมอยู่ในค่าติดตั้งน้ำประปา

แรงงาน

เนื่องจากโรงงานผลิตลิกไนท์บดเพื่อใช้ในเตาเผาปูนนั้น เป็นลักษณะเหมือนการขยายโรงงานของโรงงานปูนซีเมนต์ โดยมีความเกี่ยวข้องกับหน่วยผลิตปูนซีเมนต์ ดังนั้นการบดลิกไนท์จึงต้องทำงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง เช่นเดียวกับการผลิตปูนซีเมนต์ การดำเนินงานตามโครงการนี้ แรงงานสามารถแยกออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่ แรงงานที่ใช้ในการผลิตโดยตรง ซึ่งต้องทำงานเป็นกะ กะละ ๘ ชั่วโมง เนื่องจากพนักงานแต่ละคนทำงานติดต่อกัน ๔ กะแล้วพัก ๒ วัน ดังนั้นในการนี้ แม้ว่าจะมีงานเพียง ๓ กะ จึงจำเป็นต้องจ้างพนักงานถึง ๔ ชุดด้วยกัน โดยทำงานสลับเปลี่ยนหมุนเวียนกันไปในแต่ละกะ ส่วนแรงงานด้านบริหารทั่วไป จะทำงานเพียงกะเดียว แรงงานทั้งสองนี้จะมีหน้าที่รับผิดชอบต่างกัน แต่จะต้องร่วมมือประสานงานกันตามข่ายงานในรูปองค์การของโรงงานซีเมนต์

ก. แรงงานที่ใช้ในการผลิต เป็นแรงงานที่มีความรับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตโดยตรง ซึ่งขึ้นอยู่กับสายงานฝ่ายผลิตในองค์การของโรงงานปูนซีเมนต์ แรงงานเหล่านี้ประกอบไปด้วยพนักงานที่มีความรู้ ความสามารถหลายระดับ ประจำตามหน่วยผลิตต่าง ๆ ดังแสดงรายละเอียดหน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานแต่ละประเภท ในตารางที่ ๔. ๑๖

ตารางที่ ๔. ๑๖

หน้าที่ความรับผิดชอบและจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวนกะละ	รวม
วิศวกร	รับผิดชอบเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์	-	๑
หัวหน้างาน	ควบคุมการทำงานทั้งหมดของขบวนการผลิต	๑	๔
หน่วยตรวจสอบคุณภาพ			
พนักงานประจำห้อง	หาค่าคุณสมบัติของลิกไนท์ พร้อมทั้งวิเคราะห์	๑	๔
ตรวจสอบคุณภาพ	คุณภาพ		
ผู้ช่วย	เก็บตัวอย่างลิกไนท์และช่วยงานในห้องตรวจสอบคุณภาพ	๑	๔

ตารางที่ ๔.๑๖(ต่อ)

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวนกะละ	รวม
<u>หน่วยซึ่งนำหนัก</u>			
พนักงานประจำหน่วย ซึ่งนำหนัก	ซึ่งนำหนักวัตถุดิบก่อนที่จะนำเข้าไปโรงงาน และ เช็คจำนวนวัตถุดิบที่นำเข้าไปแต่ละวัน	๑	๔
<u>หน่วยซ่อมบำรุง</u>			
พนักงานประจำหน่วย ซ่อมบำรุง	ซ่อมบำรุง เครื่องจักรและอุปกรณ์	-	๑
ผู้ช่วยพนักงานซ่อมบำรุง	ช่วยพนักงานซ่อมบำรุง เครื่องจักรและอุปกรณ์	-	๑
<u>พนักงานประจำหน่วย ผลิตต่าง ๆ</u>			
<u>หน่วยเก็บและจ่ายวัตถุดิบ</u>			
พนักงานขับรถตัก	ขับรถตักวัตถุดิบเข้าฮอปเปอร์ (Hopper) และจัดกองวัตถุดิบ	๒	๔
<u>หน่วยย่อยลิกไนท์</u>			
พนักงานเดินเครื่อง	ควบคุมการทำงานของ เครื่องจักรในหน่วยย่อย และหน่วยจ่ายลิกไนท์	๑	๔
ผู้ช่วยพนักงานเดินเครื่อง	ช่วยพนักงานเดินเครื่อง	๑	๔
<u>หน่วยบดลิกไนท์</u>			
พนักงานเดินเครื่อง	ควบคุมการทำงานของ เครื่องจักรในหน่วยบด ลิกไนท์	๑	๔
ผู้ช่วยพนักงานเดินเครื่อง	ช่วยพนักงานเดินเครื่อง	๑	๔

ตารางที่ ๔.๑๖(ต่อ)

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวนกะละ	รวม
<u>หน่วยเผา</u>			
พนักงานเดินเครื่อง *	ควบคุมการทำงานของ เครื่องจักรในหน่วยเผา	๑	๔
ผู้ช่วยพนักงานเดินเครื่อง *	ช่วยพนักงานเดินเครื่อง	๑	๔
รวม			๕๑

หมายเหตุ : * เป็นเจ้าหน้าที่หรือพนักงานที่สามารถใช้ร่วมกับของ โรงปูนซีเมนต์ที่มีอยู่แล้วได้ เพราะแรงงานเหล่านี้มีประจำอยู่แล้ว

ข. แรงงานที่ใช้ในการบริหารทั่วไป เป็นแรงงานที่ทำงานอยู่ประจำในสำนักงาน เป็นส่วนใหญ่มาก แรงงานเหล่านี้ได้แก่ ผู้บริหารต่าง ๆ จนถึงพนักงานทั่ว ๆ ไป และยามรักษาการ แรงงานทั้งหมดที่ใช้ขึ้นอยู่กับ สายงานบริหารของโรงปูนซีเมนต์อยู่แล้ว และทำงานเพียงกะเดียว ดังแสดงรายละเอียดหน้าที่ความรับผิดชอบของแรงงานต่าง ๆ ดังตารางที่ ๔.๑๗ ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารระดับสูง ยังคงใช้ของโรงปูนซีเมนต์ได้ เพราะอยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายผลิตของโรงปูนซีเมนต์



ตารางที่ ๔.๑๗

หน้าที่ความรับผิดชอบและจำนวนแรงงานด้านบริหารทั่วไป

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวนกะละ	รวม
นายช่างหัวหน้าโครงการ	รับผิดชอบจากฝ่ายผลิตของโรงงาน ให้ผลิตลิกไนท์ให้เพียงพอต่อความ ต้องการ	-	๑
<u>ประจำสำนักงาน</u>			
พนักงานธุรการและเลขานายช่าง	ปฏิบัติงานธุรการทั่วไป	-	๑
พนักงานการเงิน*	จัดทำบัญชีทางการเงินในการซื้อวัตถุดิบ และรับผิดชอบด้านการเงิน	-	๑
พนักงานติดต่อสั่งซื้อ	รับผิดชอบในการจัดหาลิกไนท์มาบ่อนให้กับโรงงาน และควบคุมลิกไนท์ในกองคลัง	-	๑
พนักงานรักษาความสะอาด	ดูแลรักษาความสะอาดภายในโรงงานและทำความสะอาดเครื่องจักร	-	๓
ยามรักษาการ	ปฏิบัติงานดูแลความเรียบร้อยและจัดรถเข้าออก	๑	๔
รวม			๑๑

หมายเหตุ : * เป็นเจ้าหน้าที่หรือพนักงานที่สามารถใช้ร่วมกับของโรงงานซีเมนต์ที่มีอยู่แล้วได้ เพราะการเงินนี้โรงงานปูนซีเมนต์เป็นผู้ควบคุมอยู่แล้ว

การทำงานของโรงงานสำหรับบดลิกไนท์จะทำงาน ๓กะ ใช้พนักงาน ๔ ชุดสลับเปลี่ยนกันไป มีพนักงานสำหรับโครงการนี้รวมทั้งหมด ๖๒ คน แต่เป็นพนักงานที่สามารถใช้ร่วมกับโรงงานได้ ๔ คน ดังนั้นจะต้องจ้างพนักงานเพิ่มอีก ๕๓ คน

การฝึกอบรม

เนื่องจากการนำลิกไนท์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาปูนเม็ดในโรงงานนั้น เป็นเทคโนโลยีใหม่ ดังนั้นการดำเนินงานต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และพนักงานก่อนดำเนินการจริง การฝึกอบรมนี้เป็นหน้าที่ของบริษัทผู้จำหน่ายเครื่องจักร ดำเนินการจัดฝึกอบรมให้ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้จำหน่ายเครื่องจักรได้คิดรวมไว้ในราคาเครื่องจักรแล้ว พนักงานที่ฝึกอบรมนี้เป็นระดับนายช่างวิศวกร หัวหน้างาน และผู้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในหน่วยผลิตแต่ละหน่วย รวมทั้งหมด ๒๒ คน การฝึกอบรมนั้นจะทำการฝึกที่โรงงานเลย โดยจะเริ่มในช่วงก่อนติดตั้งเครื่องเสร็จเรียบร้อย ๑ สัปดาห์ จนถึงขั้นทดสอบการทำงานของเครื่องอีก ๒ สัปดาห์ ใช้เวลาในการฝึกอบรมทั้งหมด ๓ สัปดาห์ ขั้นตอนการฝึกอบรมมีดังนี้

๑. อบรมผู้ควบคุมเครื่องจักรให้ทราบถึงการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในหน่วยงานนั้น ๆ และชี้แนะความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนการแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องจักรและอุปกรณ์
๒. อบรมในการตรวจเช็ควงจรไฟฟ้าต่าง ๆ ในระบบควบคุม และขั้นตอนการควบคุมเครื่องจักรและอุปกรณ์
๓. อบรมด้านความปลอดภัยในโรงงาน และการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างปลอดภัย
๔. อบรมถึงด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร และทำความสะอาดตามจุดต่าง ๆ ของขบวนการผลิต

แผนการก่อสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องจักร

หลังจากได้วางผังโรงงานแล้ว งานต่อไปจะเป็นการวางแผนการก่อสร้างตัวโรงงาน และการดำเนินงานต่าง ๆ เช่นการสั่งซื้อเครื่องจักร การติดตั้ง และการจัดหาพนักงานให้ได้ตามเป้าหมาย เป็นต้น แผนการดำเนินงานจะเริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ๒๕๒๕ รายละเอียดการกำหนด

การดำเนินการของโครงการแสดงในตารางที่ ๔.๑๘ ซึ่งเป็นแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานที่ต้องดำเนินการกับ เวลาที่ใช้

ปัญหาทางด้านวิศวกรรมที่อาจจะเกิดขึ้น

ปัญหาทางด้านวิศวกรรมที่อาจจะเกิดขึ้น พอจำแนกออกได้ดังนี้

๑. การนำวัตถุดิบไปใช้งาน เนื่องจากจะต้องมีการคงคลัง (Inventory) วัตถุดิบให้ใช้งานได้ถึง ๑๐ วันและการเก็บลิกไนท์เป็นลักษณะการกองสุ่มกัน ดังนั้น ปัญหาการติดไฟได้เองของลิกไนท์จึงมีอยู่บ้าง ถ้ามีลิกไนท์คุณภาพไม่ดีปนอยู่ ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก การนำเอาวัตถุดิบในคลังออกไปใช้จะใช้ระบบ วัตถุดิบที่เข้าเก็บก่อนนำไปใช้ก่อน (First In - First Out) ทั้งนี้เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการติดไฟด้วยตัวเองของลิกไนท์

๒. การสั่งซื้อวัตถุดิบ ต้องมีสัญญาผูกมัดกับบริษัทผู้จำหน่ายลิกไนท์อย่างชัดเจน ทั้งทางด้านคุณภาพวัตถุดิบ และอัตราการป้อนเข้าโรงงาน เพราะปัญหาการล่าช้าในการจัดส่งมีความสำคัญมาก

สรุป

จากการศึกษาด้านวิศวกรรมที่ผ่านมาทั้งทางด้าน วัตถุดิบ ผังโรงงาน การก่อสร้างโรงงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต การจัดหาแรงงาน ฯลฯ มาแล้วนั้น สรุปได้ว่าโครงการนี้มีความเป็นไปได้ในด้านวิศวกรรม สามารถที่จะดำเนินการผลิตไปได้ด้วยดี ปัจจุบัน โรงงานปูนซีเมนต์ที่ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี และโรงงานปูนซีเมนต์ที่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช ก็ได้เริ่มโครงการเดียวกันนี้เหมือนกัน จึงคาดว่าปัญหาที่จะเกิดขึ้น ทั้งทางด้านเทคนิคการผลิต ตลอดจนด้านการดำเนินงานของโครงการนี้ จะมีน้อยมากและสามารถแก้ปัญหาได้