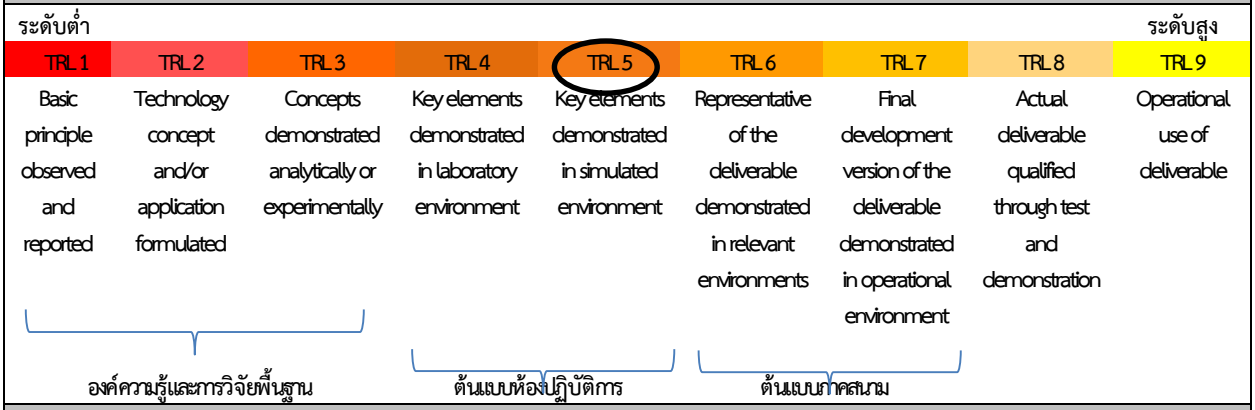
1. ชื่อเทคโนโลยี (Technology Title) :

เทคโนโลยีรีไซเคิลเถ้าลอย (Fly ash) จากกระบวนการเผาไหม้ โดยการผลิตเป็น Geopolymer concrete และ Sulfur polymer cement

2. ประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม (Industrial Sector) :

	อุตสาหกรรมแร่		อุตสาหกรรมโลหการ	X	อุตสาหกรรมรีไซเคิล

3. ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Readiness Levels) :



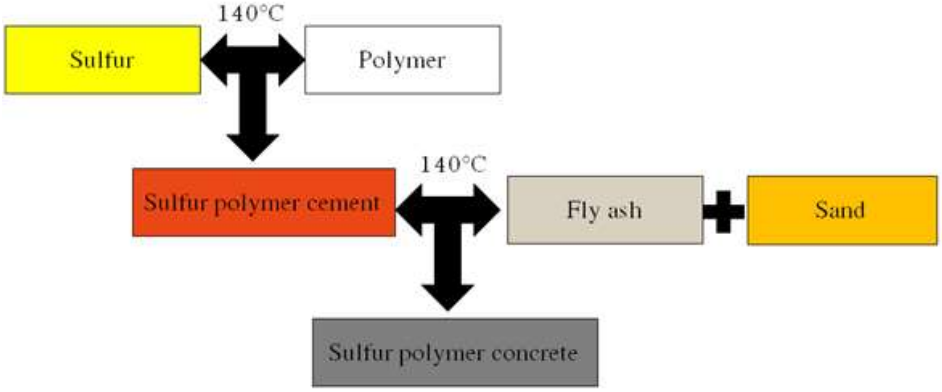
4. รายละเอียดโดยสังเขป (Details Description) :

แนวคิด :	เนื่องจาก เถ้าลอย (Fly ash) เป็นเถ้าลอยถ่านหินเป็นของเสียที่เหลือจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นของเสียอันตราย จึงมีแนวคิดที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างผสมกับคอนกรีตเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้นกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้ผสมเถ้าลอย ทั้งด้านความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งาน และการทำงานเทคอนกรีตได้สะดวกขึ้น อีกส่วนหนึ่งยังช่วยทำให้ราคาต้นทุนในการผลิตคอนกรีตต่ำลง
ลักษณะและองค์ประกอบของวัสดุตั้งต้น :	เถ้าลอย (Fly ash) มีลักษณะเป็นผงฝุ่นมีขนาดเล็กและละเอียดมาก ประกอบด้วยสารซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) โดยหลังจากการเผาไหม้จะปลิวปนไปกับก๊าซร้อนออกจากปล่องควัน ซึ่งถ้ามีปริมาณเถ้าปลิวมากในชั้นบรรยากาศ ก็อาจก่อให้เกิดปัญหามลภาวะอากาศได้ ซึ่งจากการเผาไหม้สามารถแบ่งเถ้าลอยได้เป็นหลายประเภทตามแหล่งที่มา เช่น เถ้าลอยจากการเผาไหม้น้ำมันเตา เถ้าลอยจากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์ เถ้าลอยจากการเผาไหม้ถ่านหินบิทูมินัส เป็นต้นซัลเฟอร์ (Sulfur) มีลักษณะโดยทั่วไปคือ มีสีเหลืองและมีกลิ่นฉุน เป็นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยในดินจะพบซัลเฟอร์ในรูปของสารประกอบซัลไฟด์หรือซัลเฟต ซัลเฟตในทะเลหรือแหล่งน้ำจะพบซัลเฟอร์ในรูปสารละลายซัลเฟต และในอากาศ จะพบซัลเฟอร์ในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟต์ (H_2S) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และฝุ่นละอองซัลเฟอร์
ผลิตภัณฑ์ที่ได้ :	ผลิตภัณฑ์ที่เป็นคอนกรีต ที่มีส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ เถ้าลอยและทราย ผลิตภัณฑ์ที่เป็นซีเมนต์ ที่มีส่วนผสมระหว่างซัลเฟอร์และพอลิเมอร์
เทคโนโลยี/ กระบวนการที่ใช้ :	เทคโนโลยีรีไซเคิลด้วยการผลิตเป็น Inverse vulcanization เป็นการนำของเสียจากอุตสาหกรรมอื่นมาเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยา Inverse vulcanization ซึ่งเป็นปฏิกิริยาตรงกันข้ามกับปฏิกิริยา Vulcanization ที่มีธาตุซัลเฟอร์เป็น Crosslink

กระบวนการผลิตคอนกรีตที่มีธาตุซัลเฟอร์เป็นส่วนประกอบหลักนั้นมีการผสมซัลเฟอร์กับพอลิเมอร์ ทรายและเถ้าลอย โดยไม่จำเป็นต้องใช้น้ำเป็นส่วนประกอบและสามารถแบ่งขั้นตอนการผลิตได้เป็น 2 ช่วง คือ

1. การผลิตซีเมนต์ ซึ่งเริ่มจากการนำซัลเฟอร์มาหลอมเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 140 °C เมื่อหลอมเหลวหมดแล้วจึงเติมพอลิเมอร์ลงไป ทำการคนให้เข้ากันจากนั้นจึงเทลงภาชนะที่ใช้เป็นแม่พิมพ์แล้วปล่อยให้เย็นตัวลงมา ในขั้นตอนนี้จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นซีเมนต์

2. การผลิตคอนกรีต เริ่มจากซีเมนต์ในขั้นตอนแรกมาหลอมที่อุณหภูมิประมาณ 140 °C เมื่อหลอมเหลวหมดแล้วจึงเติม เถ้าลอยและทรายลงไป ทำการคนให้เข้ากันในทุกขั้นตอนก่อนเติมวัตถุดิบเพิ่ม จากนั้นจึงเทลงภาชนะที่ใช้เป็นแม่พิมพ์แล้วปล่อยให้เย็นตัวลง ในขั้นตอนนี้จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นคอนกรีต



รูปที่1 แผนผังกระบวนการและขั้นตอนในการผลิตคอนกรีตที่มีธาตุซัลเฟอร์

ส่วนกรรมวิธีการผลิตจีโอโพลีเมอร์ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างสารที่มีซิลิกา (SiO_2) และอะลูมินา (Al_2O_3) เป็นองค์ประกอบหลักกับสารละลายซิลิเกตและสารละลายด่างแก่เข้มข้นนี้ เรียกว่า ปฏิกิริยาโพลิคอนเดเซชั่น (Polycondensation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เป็นสารประกอบอะลูมิโนซิลิเกต (Aluminosilicate) ที่มีคุณสมบัติคล้ายปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า จีโอโพลิเมอร์และมีสูตรทางเคมีดังนี้

$$M_n [- (SiO_2)_z - AlO_2 -]_n \bullet wH_2O$$

โดยที่ M คือ ธาตุโลหะอัลคาไลน์

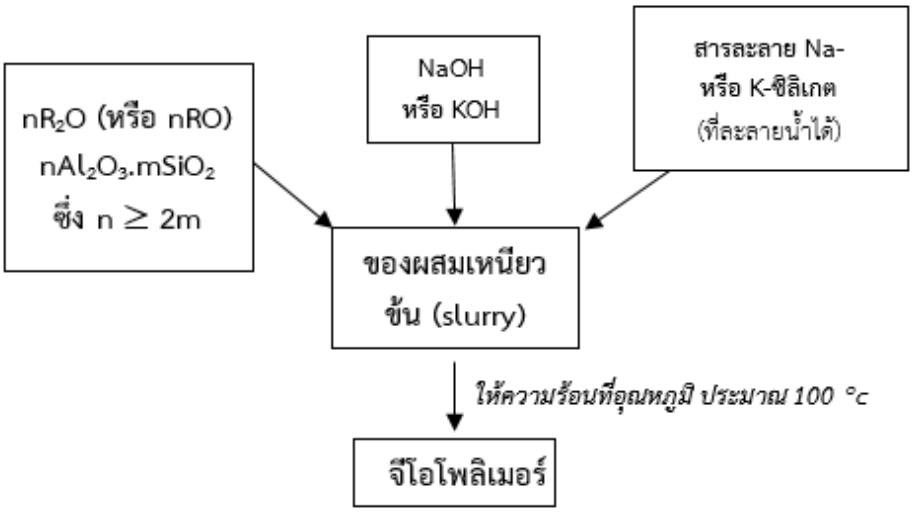
– คือ การยึดเกาะพันธะ

z คือ จำนวนโมเลกุลของ SiO_2(โดยมีค่าเป็นตัวเลข 1, 2 หรือ 3)

w คือ จำนวนโมเลกุลของน้ำ

n คือ จำนวนหน่วยโมเลกุลที่ต่อกันเป็นสายโซ่

จากที่ผ่านมา พบว่า เถ้าถ่านหินมีส่วนประกอบของ SiO_2 และ Al_2O_3 เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งหากนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายด่างที่มีความเข้มข้นมากเพียงพอ จะสามารถเกิดเป็นสารประกอบจีโอโพลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติด้านการแข็งตัวได้ เช่นเดียวกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์



รูปที่ 2 แผนภูมิการเกิดสารจีโอโพลิเมอร์ (ปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชั่น)

5. สรุปการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เบื้องต้นในเชิงพาณิชย์ (Pre-Feasibility Study) :	
NPV :	126,274,309
B/C :	-
IRR :	34.33 %