

การพัฒนาเทคโนโลยี  
เพื่อนำของเสียในกระบวนการผลิตโลหะตะกั่ว  
กลับมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทน



กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาโรงงาน กองนวัตกรรมวัตถุดิบและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง  
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่  
โทร. 0 2202 3902 [www.dpim.go.th](http://www.dpim.go.th)



# ความเป็นมาของเทคโนโลยี (1/3)



ตะกรันตะกั่ว

- ตะกรันตะกั่ว เกิดจากการหลอมถลุงตะกั่ว
- แหล่งของตะกั่วมี 2 แหล่ง คือ 1) เหมืองแร่ 2) ตะกั่วที่ผ่านการใช้งานแล้วที่หมุนเวียนอยู่ในระบบ (แบตเตอรี่ 85%) ปัจจุบันการผลิตตะกั่วของประเทศไทย มาจากแบตเตอรี่ใช้แล้วเท่านั้น
- ในประเทศไทยมีการใช้แบตเตอรี่ 12 ล้านลูก/ปี แบตเตอรี่ 1 ลูกจะมีตะกั่วประมาณ 13.74 กก. ดังนั้น จะทำให้เกิดตะกั่วจากซากแบตเตอรี่ ประมาณ 164,880 ตัน/ปี
- หากมีการหลอมตะกั่ว 80% จะได้ตะกั่วแท่ง ประมาณ 131,904 ตัน/ปี และจะเกิดตะกรันตะกั่ว ประมาณ 10-15% หรือ 13,190 ตัน/ปี



# ความเป็นมาของเทคโนโลยี (2/3)



- ตะกรันตะกั่ว >> มีองค์ประกอบของเหล็กออกไซด์ประมาณ 30-40% ปัจจุบันมีการจัดการ ดังนี้
  - รีไซเคิล >> ตะกั่ว
  - นำไปใช้ผสมทำวัสดุสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น คอนกรีต การทำผิวทาง
  - ฝังกลบ
- จึงเป็นที่มาของ โครงการการรีไซเคิลตะกรันจากการหลอมถลุงตะกั่ว เป็นเหล็กถลุง (Pig Iron) โดยใช้กระบวนการโลหะวิทยาทางความร้อน (ดำเนินการในปี 2559)



# ความเป็นมาของเทคโนโลยี (3/3)

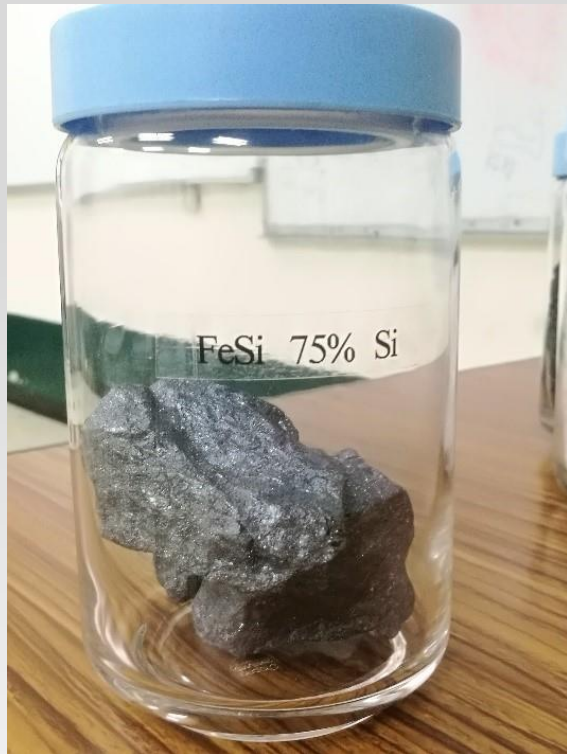
## การพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีจากโครงการเดิม

- เหล็กถลุง ราคาประมาณ 13,000 บาท/ตัน
- เฟอร์โรอัลลอยด์ (Ferroalloy) เป็นโลหะผสมสำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมหล่อโลหะ
  - ใช้เป็นสารเติมแต่งในการผลิตเหล็กและโลหะผสมต่างๆ
  - เฟอร์โรอัลลอยด์ที่มีการใช้งานมาก เช่น เฟอร์โรซิลิกอน เฟอร์โรแมงกานีส เฟอร์โรโครเมียม ฯลฯ
- แร่ควอตซ์คุณภาพสูงจากเหมืองแร่ภายในประเทศสามารถนำไปผลิตเป็นโลหะซิลิกอน แต่ยังมีแร่ควอตซ์คุณภาพปานกลางถึงต่ำจำนวนมากที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์
- เฟอร์โรซิลิกอน ราคาประมาณ 40,000 บาท/ตัน

จึงเกิดแนวคิดต่อยอดการรีไซเคิลตะกั่วให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นกว่าการผลิตเหล็กถลุง เช่น เฟอร์โรซิลิกอน



# วัตถุประสงค์ของโครงการ

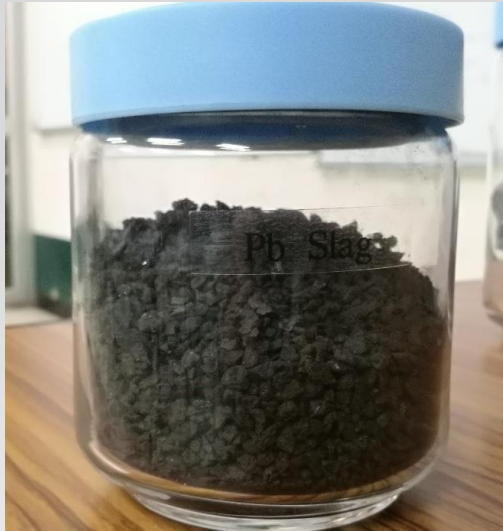


- เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลของเสียในกระบวนการผลิตโลหะตะกั่วกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทน โดยการต่อยอดจากองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิม
- เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียในกระบวนการผลิตโลหะตะกั่ว

Ferrosilicon  
(Commercial grade quality)

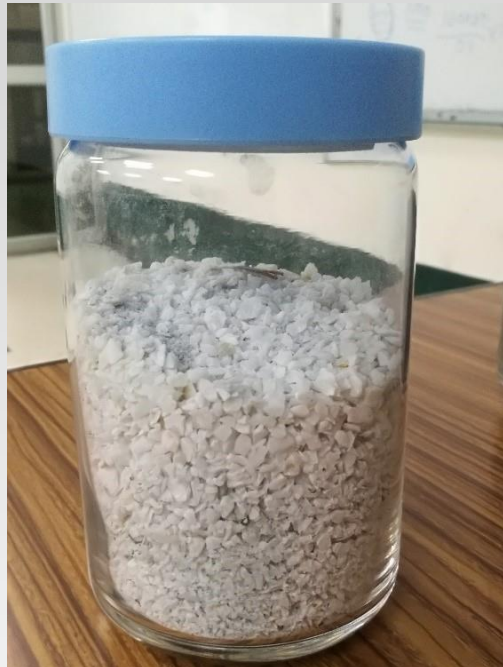


# วัตถุดิบ



Pb slag (40-50% Fe)

Quartz (98% SiO<sub>2</sub>)



CaCO<sub>3</sub>

Petroleum coke  
(90% C)



# เครื่องมือและอุปกรณ์



- เครื่องบดย่อยวัตถุดิบ
- เตาทลอมไฟฟ้า
- เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำโลหะ
- ชุดเครื่องมือปฏิบัติการเทและหล่อน้ำโลหะ
- ชุดกันไฟและอุปกรณ์ความปลอดภัย
- เครื่องมือวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของวัสดุ เช่น OES, XRD และ XRF



กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาโรงงาน กองนวัตกรรมวัตถุดิบและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง  
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่  
โทร. 0 2202 3902 www.dpim.go.th



# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



กระบวนการผลิตเฟอร์โรซิลิกอนในระดับอุตสาหกรรมจะใช้วัตถุดิบ ประกอบด้วย





# ขั้นตอนการดำเนินงาน



บดย่อยวัตถุดิบ

- ตะกรันของตะกั่ว 1000 กรัม
- แร่ควอตซ์ 300 กรัม
- ปีโตรเลียมโค้ก 359 กรัม
- แคลเซียมคาร์บอเนต 300 กรัม

ผสมวัตถุดิบตาม  
อัตราส่วน และ  
บรรจุลงในเบ้า  
แกรไฟต์



นำไปหลอมที่  
อุณหภูมิประมาณ  
1,500 °C

ตรวจวัดอุณหภูมิ  
น้ำเหล็ก



เทน้ำโลหะ  
ลงในแบบหล่อ



นำขึ้นตัวอย่าง  
โลหะไปวิเคราะห์  
ส่วนผสมทางเคมี





# ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของ FeSi ที่ได้จากการทดลอง



ธาตุ	Fe	Si	Pb	Al	Ca	Mn	อื่นๆ
% โดยน้ำหนัก	84.56	11.65	0.007	0.59	0.17	0.01	balance

# การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการในเบื้องต้น (1/4)

สมมติฐาน	เฟอร์โรซิลิกอน	เหล็กถลุง	
ขนาดการผลิตของเตาหลอม	500		กก.
จำนวนครั้งที่ผลิตได้ต่อวัน	8		เข้า/วัน
วัตถุดิบที่ใช้ต่อปี	1,200		ตัน/ปี
จะได้ ผลผลิตต่อปี	360	720	ตัน/ปี
ราคาขาย	40,000	13,000	บาท/ตัน
รายได้จากการขาย	14,400,000	9,360,000	บาท/ปี



# การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการในเบื้องต้น (2/4)

## เงินลงทุนในสินทรัพย์

Item	Unit	Price (Baht/Unit)	Price (Baht)	มูลค่าซาก
เครื่องบดแร่	1	1,000,000	1,000,000	500,000
เตาหลอม	1	10,000,000	10,000,000	5,000,000
ระบบบำบัดแก๊สเสีย	1	500,000	500,000	100,000
เครื่องวัดอุณหภูมิ	1	40,000	40,000	-
ชุดกั้นไฟและอุปกรณ์ความปลอดภัย	4	35,000	140,000	-
เข้รับน้ำเหล็กและอุปกรณ์หล่อเหล็ก	3	40,000	120,000	5,000
ค่าปรับพื้นที่ และระบบสาธารณูปโภค	1	700,000	700,000	-
อื่นๆ	1	2,300,000	2,300,000	-
		รวม	14,800,000	5,605,000



# การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการในเบื้องต้น (3/4)

## ต้นทุนการผลิต (ต่อปี)

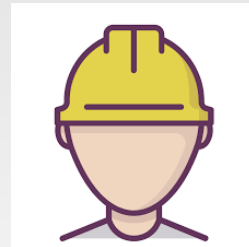
### • วัตถุดิบ

- แร่ควอตซ์ 275,651 บาท
  - ปิโตรเลียมโค้ก 769,678 บาท
  - แคลเซียมคาร์บอเนต 275,651 บาท
- รวม 1,320,980 บาท



### • แรงงาน

- Worker 540,000 บาท
- รวม 540,000 บาท



### • ค่าใช้จ่ายในการผลิต

- ค่าเตรียมวัตถุดิบ 300,000 บาท
  - ค่าไฟฟ้า 3,360,000 บาท
  - ค่าจัดการของเสีย 37,200 บาท
  - อื่นๆ 240,000 บาท
- รวม 3,937,200 บาท



# การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการในเบื้องต้น (4/4)



	เฟอร์โร ซิลิกอน	เหล็กถลุง	สรุปผล
Payback period	2.31	5.82	ควรลงทุน
NPV	28,146,238	2,262,395	ควรลงทุน
IRR	41.94%	11.28%	ควรลงทุน



# ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิล (1/2)

- บริการเครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบการผลิตสำหรับโรงงานต้นแบบ



PARTICLE SEPARATION  
BUILDING



PYROMETALLURGY  
BUILDING



HYDROMETALLURGY  
BUILDING





# ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิล (2/2)

- บริการวิเคราะห์และตรวจสอบ



LABORATORY BUILDING



- บริการฐานข้อมูลคุณลักษณะและการใช้ประโยชน์วัสดุดิบ
- บริการฐานข้อมูลเทคโนโลยีและนวัตกรรม

เว็บไซต์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิล

<http://www5.dpim.go.th/>



กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาโรงงาน กองนวัตกรรมวัสดุดิบและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง  
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่  
โทร. 0 2202 3902 [www.dpim.go.th](http://www.dpim.go.th)



## อ้างอิง

- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีรีไซเคิลเพื่อการพัฒนาของเสียเป็นแหล่งทรัพยากรทดแทน และการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (จังหวัดฉะเชิงเทรา)

# THANK YOU

