

บรรณานุกรม



ภาษาไทย

รายงานและวิทยานิพนธ์

อิสรา จิตรธรและอรสา กาญจนันท์พะ. การผลิตและการค้าเหล็กเส้นของไทย
กองวิจัยสินค้าและการตลาด กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์
กรกฎาคม ๒๕๑๗.

ศรีวิรัชชา บุญญพิสิฐรุและวิไล ตระกูลสิน. รายงานการศึกษาวิจัยเรื่องเหล็กเส้น
กองวิจัยสินค้าและการตลาด กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์
พฤศจิกายน ๒๕๒๑.

_____ . "การส่งเสริมการลงทุน" รายงานประจำปี ๒๕๒๐ และ ๒๕๒๒,
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน สำนักนายกรัฐมนตรี.

จินตนา จันทโร. การศึกษาการลงทุนสร้างโรงงานรีดเหล็กเส้นขนาดเล็ก
วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๑.

บทความ

สวนวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย, อุตสาหกรรมเหล็ก, วารสารไตรมาส
ธนาคารกสิกรไทย ปีที่ ๓ ฉบับที่ ๒, กรกฎาคม - กันยายน ๒๕๑๕.

ประเสริฐ วีระโสภณ. เหล็กข้อย้อย, วารสารข่าวช่าง ปีที่ ๓ ฉบับที่ ๓๓
ประจำเดือนธันวาคม ๒๕๑๗.

อนุชา มีตรมโนมัย. เหล็กเส้น, วารสารการธรณี ปีที่ ๒๐ ฉบับที่ ๔,
ประจำเดือนสิงหาคม ๒๕๑๘.

_____ . เขาใส่เหล็กเส้นกันทำไม, วารสารข่าวช่าง ปีที่ ๔ ฉบับที่ ๔๔
ประจำเดือนพฤศจิกายน ๒๕๑๘.

อนุชา มิตรมโนมัย. "เหล็กเส้น : กำลังผลิตมากกว่าความต้องการ," อินทศาสตร์
ปีที่ ๗ ฉบับที่ ๕ - ๑๐ กันยายน - ตุลาคม ๒๕๒๐.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : ผลิตภัณฑ์
ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน, อินทศาสตร์ ปีที่ ๗ ฉบับที่ ๕ - ๑๐,
กันยายน - ตุลาคม ๒๕๒๐.

_____ แร่และประโยชน์ของแร่ แร่ประจำฉบับ "เหล็ก" ชาวสารการชนดิ
ปีที่ ๒๔ ฉบับที่ ๑ ประจำเดือนมกราคม ๒๕๒๒.

สัมภาษณ์

กำธร สีตบุตร. กรรมการผู้จัดการบริษัทเหล็กสยามจำกัด, สัมภาษณ์ มีนาคม
๒๕๒๓.

วัลลภ ลิ้มปิติ. รองกรรมการผู้จัดการบริษัทจี.เอส.สตีล จำกัด, สัมภาษณ์
พฤษภาคม ๒๕๒๓.

รังสฤษดิ์ ประภคตศรี, ผู้จัดการฝ่ายบัญชี บริษัทจี.เอส.สตีล จำกัด, สัมภาษณ์
กรกฎาคม, สิงหาคม และกันยายน ๒๕๒๓.

กฤษณ์ วัชรระคุปต์. รองผู้จัดการฝ่ายบัญชี บริษัท จี.เอส.สตีล จำกัด, สัมภาษณ์
พฤษภาคม ๒๕๒๓

สมศักดิ์ ง้าวทองไพฑูรย์. รองกรรมการผู้จัดการบริษัทเหล็กไทย-อินเดีย จำกัด
สัมภาษณ์ มิถุนายน ๒๕๒๓.

เอกสารอื่น ๆ

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องนโยบายอุตสาหกรรมเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต
ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ มีนาคม ๒๕๒๑.

ประกาศคณะกรรมการกลางป้องกันการค้ำกำไร เกินควร (ฉบับที่ ๔๑) พ.ศ. ๒๕๑๗
เรื่องป้องกันการค้ำกำไร เกินควรในสินค้าบางชนิด.

ประกาศคณะกรรมการกลางกำหนดราคาสินค้าและป้องกันการผูกขาด ฉบับที่ ๒๕

พ.ศ. ๒๕๒๓ เรื่อง กำหนดมาตรการการเกี่ยวกับการผลิต การจำหน่าย การซื้อ การเก็บรักษา การเก็บสำรอง และการป้องกันการกักตุนซึ่งสินค้าควบคุม

อัตราค่าไฟฟ้าใหม่ เริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ ๑ สิงหาคม ๒๕๒๐ และเริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๓

หนังสือสมาคมอุตสาหกรรมไทย ที่ ๑๐๘๕/๒๕๒๓ ถึง ฯพณฯ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง ขอให้พิจารณาหามาตรการแก้ไขปัญหาเหล็กเส้น.

หนังสือพิมพ์รวมประชาชาติธุรกิจ ฉบับประจำวันเสาร์ที่ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๒๓, หน้า ๖ - ๗ และ ๑๐ - ๑๑.

หนังสือพิมพ์รวมประชาชาติธุรกิจ ฉบับประจำวันพุธที่ ๒๕ พฤษภาคม ๒๕๒๓ หน้า ๑ และ ๑๒.

หนังสือพิมพ์สยามรัฐ ฉบับประจำวันศุกร์ที่ ๑๕ สิงหาคม ๒๕๒๓ หน้า. ๒.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ความแตกต่างของเหล็กเส้นกลมและเหล็กรีดรีด, (เอกสารโรเนียว)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต: เหล็กเส้นกลม

มอก. ๒๐-๒๕๒๐.

____. เหล็กขอลอย มอก. ๒๔-๒๕๑๖.

____. เหล็กรีดรีด มอก. ๒๑๑-๒๕๒๐.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ความรู้เรื่องเหล็ก

เหล็กเป็นโลหะที่ใช้งานมากที่สุด เมื่อเทียบกับโลหะอื่น ๆ เหล็กบริสุทธิ์มีประโยชน์ในการใช้งานน้อยแต่เมื่อมีการบดและธาตุอื่น ๆ เช่น โครเมียม นิกเกิล ซิลิกอน แมงกานีส จะทำให้ได้โลหะผสม (Alloy) ที่มีคุณสมบัติทางกล (Mechanical property) ดีกว่า และใช้งานได้กว้างขวางกว่าเหล็กบริสุทธิ์

การจำแนก ประเภทเหล็ก เหล็กที่ใช้งานทั่วไปแบ่งตามปริมาณคาร์บอนที่มีในเนื้อเหล็ก เหล็กกล้า (Steel) มีคาร์บอนตั้งแต่ ๐.๐๑ - ๑.๗ % เหล็กหล่อ (Cast iron) มีคาร์บอนตั้งแต่ ๑.๗ - ๔.๓ % เหล็กถลุง (Pig iron) ได้จากการถลุงแร่เหล็กในเตาพ่นลม (Blast furnace) โดยทั่วไปมีส่วนผสมของคาร์บอน ๔ % ซิลิกอน ๑ - ๒ % แมงกานีส ๑ % ฟอสฟอรัส ๒.๕ % และซัลเฟอร์ ๐.๐๕ % ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเหล็กกล้า และ เหล็กหล่อ

เหล็กกล้า แบ่งออกเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน (Plain carbon steels) มีคุณสมบัติทางกลขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเนื้อเหล็กอย่าง เดียว เท่านั้น เหล็กกล้าผสม (Alloy steels) นอกจากจะมีคาร์บอนแล้ว ยังมีธาตุอื่น ๆ ที่เติมลงไปเพื่อให้เหล็กมีคุณสมบัติดีขึ้น เหล็กชนิดนี้มีราคาผลิตสูงกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน แต่การปรับปรุงคุณสมบัติโดยวิธีอบชุบ (Heat treatment) ทำได้ง่ายกว่า

เหล็กกล้าคาร์บอน แบ่งออกเป็น ๓ ชนิดตามปริมาณคาร์บอนในเนื้อเหล็ก ดังนี้

๑. คาร์บอนต่ำ (Low carbon steel) มีคาร์บอนตั้งแต่ ๐.๐๑ - ๐.๓๕ % เป็นเหล็กที่การผลิตเป็นส่วนใหญ่ได้แก่เหล็ก ๑๐๒๐ ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น เหล็กเส้น

เหล็กฉาก เหล็กข้ออ้อย เหล็กพีกทำตัวถังรถยนต์ รถไฟ เรือ เพลลา ใช้อาบคีนุก
สังกะสี เป็นต้น เหล็กชนิดนี้ใช้งานโดยไม่มีการอบชุบด้วยเหตุที่มีคาร์บอนน้อย
การแปรรูปกระทำโดยการรีดร้อนหรือเย็น เหล็กเพลลาขาว (ผ่านการรีดเย็น) เหล็ก
เพลลาดำ (ผ่านการรีดร้อน) เหล็กเหนียว (Mild steel) จัดอยู่ในประเภทนี้

๒. คาร์บอนปานกลาง (Medium carbon steels) มีคาร์บอนตั้งแต่
๐.๓๕ - ๐.๕ % ต้องทำการอบชุบก่อนใช้งาน เพื่อให้คุณสมบัติดีขึ้น เป็นต้นว่า ความ
แข็ง ความคงทนต่อการสึกกร่อน (Wear resistance) เพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่ใช้ใน
อุตสาหกรรมรถยนต์ได้แก่ เหล็ก ๑๐๔๐ ๑๐๕๐ ทำเพลลา (Axle) ข้อเหวี่ยง
(Crankshaft) สลัก (Pinion) ก้านสูบ (Connecting rod)
เป็นต้น เหล็ก Bohler-HSAE ๑๐๘๒ จัดอยู่ในเหล็กประเภทนี้

๓. คาร์บอนสูง High carbon steels มีคาร์บอนมากกว่า ๐.๕ %
ขึ้นไปจนถึง ๑.๗% ส่วนใหญ่มักไม่เกิน ๑.๓ % ได้แก่เหล็ก ๑๐๘๐ ๑๐๘๕ ใช้น้ำหล่อ
และวางรถไฟ ลวด และสายเคเบิ้ลสำหรับสะพานแขวน สปริง ลวดเปียโน เครื่องมือ
สำหรับตัด ตะไบ เลื่อย ใบมีดโกน เป็นต้น เหล็กเพลลาแดง เป็นเหล็กประเภทนี้

เหล็กกล้าผสมแบ่งออกเป็น

๑. Low alloy steels มีธาตุที่เติมลงไป เช่นแมงกานีส นิกเกิล
โครเมียม มอลลิบดีนัมน้อยกว่า ๕ % เพื่อทำให้คุณสมบัติดีกว่าเหล็กคาร์บอน ใช้น
การก่อสร้าง เช่น ท่อคาน (Beam) สำหรับสะพานและอาคาร ใช้ประกอบรถยนต์
เครื่องจักรกล ได้แก่เหล็กกล้า แมงกานีส (มีแมงกานีส ๑.๗๕ %) เหล็กกล้า นิกเกิล
(นิกเกิล ๓.๕ - ๕ %) เหล็กกล้าโครเมียม (โครเมียม ๐.๕ - ๑.๖%) เหล็กกล้า
มอลลิบดีนัม ๐.๑๕ - ๐.๒ % เป็นต้น ที่ใช้มากคือเหล็ก ๔๓๔๐ มีแมงกานีส
๐.๖-๐.๘ % นิกเกิล ๑.๖๕ - ๒ % โครเมียม ๐.๗ - ๐.๘ % และมอลลิบดีนัม
๐.๒ - ๐.๓ %

๒. เหล็กกล้าใช้ทำเครื่องมือ (Tool steels) มีคุณสมบัติพิเศษ เช่น
ทนต่อการสึกกร่อน การอ่อนตัวเมื่อร้อน (Heat softening) และไม่เสีย

รูป เวลาซื้อขายใช้ชื่อทางการค้าเช่นเหล็ก Bohler Tool Steel เป็นต้น มีการผลิตน้อยเมื่อเทียบกับเหล็กใช้งานอื่น ๆ แต่มีความสำคัญมาก ใช้ทำเหล็กสำหรับ คัด กิ่ง ใสโลหะ และใช้ทำแบบหล่อถาวร (Die) มีธาตุที่ชอบรวมกับคาร์บอน เป็นสารประกอบคาร์ไบด์ เช่นไทเทเนียม แวนเนเดียม มอลลิบดีนัม ทังสเทน โครเมียมอยู่ด้วย ทำให้เหล็กแข็งและเหนียวเมื่ออบชุบ การอบชุบทำได้ง่าย โดยเผาให้ร้อนที่อุณหภูมิที่เหมาะสมแล้วปล่อยให้เย็นในอากาศไม่ถึงกับต้องทำให้เย็นทันที (Quench) ในน้ำทำให้มีการแตกร้าวหลังอบชุบ ใต้แก่เหล็ก High speed T₁ ใช้ทำใบมีคดิ่งโลหะ มีทังสเทน ๑๘ % โครเมียม ๘ % แวนเนเดียม ๑ % เป็นต้น

๓. เหล็กกล้าที่ทนต่อการกัดกร่อนและนิ่วรอน (Corrosion & Scale resistant steels) มีธาตุที่เติมลงไปเพื่อให้มีคุณสมบัติดังกล่าวมากกว่า ๑๐ % ที่สำคัญคือธาตุโครเมียมต้องมีมากกว่า ๑๐ % จึงจะตี ใต้แก่เหล็กกล้าไม่ขึ้นสนิม (Stainless steels) ที่ใช้มากคือเหล็ก ๑๘ - ๘ ที่มีโครเมียม ๑๘ % นิกเกิล ๘ % ใช้ทำเครื่องมือผ่าตัด เครื่องมือทางเคมี เป็นต้น

๔. เหล็กกล้าใช้งานพิเศษ (Special purposes steels) ใต้แก่

ก. Hadfield's steel เหล็กชนิดนี้ทนต่อการสึกหรอเป็นเยี่ยม มีคาร์บอน ๑ % แมงกานีส ๑๒ % ใช้ทำกระพ้อตักแร่ในเรือขุดแร่ ประแจ สับรางรถไฟ พืนสำหรับเครื่องบดหิน เป็นต้น

ข. เหล็กกล้าแม่เหล็ก (Magnet steels) แบ่งเป็นเหล็กที่เป็นแม่เหล็กชั่วคราว มีซิลิกอน ๔% แม่เหล็กถาวรมีโครเมียม ทังสเทน มอลลิบดีนัม โคบอลต์อยู่ด้วย

เหล็กหล่อ แบ่งตามลักษณะ และรูปร่างของแกรไฟไฟต์คาร์บอนในเนื้อเหล็ก เป็นเหล็กหล่อเทา (Gray iron) เหล็กหล่อขาว (White iron) เหล็กหล่อมัลลิวเบิล (Malleable iron) และเหล็กหล่อนอกคูลา (Nodular iron) เหล็กหล่อส่วนใหญ่ได้จากการหลอมเหล็กถลุง และเศษเหล็กในเตาคิวโปลา (Cupola)

ซึ่งเป็นเตาที่สร้างง่าย และราคาถูกกว่าเตาหลอมอื่น ๆ แล้วหล่อในแบบทรายหรือแบบหล่อถาวร เหล็กหล่อต่างจากเหล็กกล้าตรงที่มีคาร์บอนมากกว่า คาร์บอนในเหล็กหล่ออยู่ในรูปของ เหล็กคาร์ไบด์ และแกรไฟต์คาร์บอน

เหล็กหล่อเทา มีแกรไฟต์คาร์บอนลักษณะเป็นเส้น (Flake) เกิดจากการสลายตัวของ เหล็กคาร์ไบด์ในน้ำเหล็ก เนื่องจากอิทธิพลของซิลิกอน และนิกเกิล ใช้งานมากที่สุดในระบบเหล็กหล่อด้วยกัน เพราะราคาผลิตถูกกว่า หล่อง่ายด้วยเตาที่มีซิลิกอนสูง ทำให้น้ำเหล็กไหลในแบบใดก็ได้ กลึงได้ ทนต่อแรงอัด (Compressive strength) การสึกกร่อนได้ดี ใช้ทำลูกสูบ (Piston) เสื้อสูบ (Cylinder) จานเบรก (Brake drum) และ wheel hub เป็นต้น ในการหล่อต้องคำนึงถึงความหนาของชิ้นส่วนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะมีผลต่ออัตราการเย็นตัว และโครงสร้าง (Microstructure) โดยทั่วไปมีองค์ประกอบของคาร์บอน ๒.๕ - ๓.๕ % ซิลิกอน ๑.๕ - ๓ % แมงกานีส ๐.๕ - ๐.๘ % ซัลเฟอร์ ๐.๑ - ๐.๒ %

เหล็กหล่อขาว โครงสร้างประกอบด้วยเหล็กคาร์บอน จึงแข็งกว่าเหล็กหล่ออื่น ๆ ทนต่อการสึกหรอ และสึกกร่อนได้ดีกว่า มีประโยชน์ไม่มากนัก เนื่องจากแข็งและเปราะ กลึงไสไม่ได้ โดยทั่วไปใช้ทำเหล็กหลอมลิลีเบด ทำลูกบด (Grinding balls) ในการบดแร่ ใช้ทำเครื่องมือ เครื่องจักรในการเกษตร เป็นต้น

เหล็กหลอมลิลีเบด ได้จากการอบชุบ เหล็กหล่อขาวที่อุณหภูมิและเวลาที่พอเหมาะ ประกอบด้วยกลุ่ม (Nodules) แกรไฟต์คาร์บอนที่เกิดจากการสลายตัวของ เหล็กคาร์ไบด์ที่อุณหภูมิอบชุบ ทำให้มีคุณสมบัติที่เหนียวกว่าเหล็กหล่อเทา และเหล็กหล่อขาว กลึงได้ คุณสมบัติอื่นพอ ๆ กับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ใช้ทำเครื่องมือ เครื่องจักรในการเกษตร สมอเรือ ชิ้นส่วนของหัวรถจักร และรถไฟใช้ทำ (Transmission parts) ในอุตสาหกรรมรถยนต์และรถไฟเช่นข้อเหวี่ยง (Crankshaft) เป็นต้น โดยทั่วไปมีคาร์บอน ๑.๗๕ - ๒.๗๕ % ซิลิกอน ๐.๘ - ๑.๒ % แมงกานีสน้อยกว่า ๐.๘ % ฟอสฟอรัสน้อยกว่า ๐.๒ % ซัลเฟอร์น้อยกว่า

๐.๑๒ % องค์ประกอบดังกล่าวจะให้เหล็กหล่อขาว เมื่อแบบเย็น ต้องนำไปอบอ่อน (Anneal) ที่อุณหภูมิและเวลาพอเหมาะจึงจะ เป็นเหล็กมัลติ เบิล ทั้งนี้ ราคาผลิตจึงสูงกว่าเหล็กหล่อเทา ถ้าหล่อในแบบหล่อชนิด Shell mold จะได้นิวเรียบไม่ต้องกลึงไสเพื่อแต่งผิว การผลิตทางการค้ามีสองแบบคือ Blackheart และ Whiteheart ต่างกันที่ลักษณะของแกรไฟไฟต์คาร์บอน เนื่องจากกรรมวิธีอบชุบที่ต่างกัน ในสหรัฐอเมริกาผลิตแต่ Blackheart ส่วน Whiteheart ผลิตกันในยุโรป ความหนาของชิ้นส่วนจะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบและกรรมวิธีการอบชุบ สำหรับผลผลิตสูงมักจะมี ความหนาไม่เกิน ๑๕ นิ้ว หนากว่านี้จะต้องลดปริมาณคาร์บอนและซิลิกอนหรือไม่ก็ ต้องเติม Carbide stabilizer เช่นโคร เมียมลง ไปแต่ต้องใช้ เวลาในการอบชุบนานกว่า

เหล็กหล่อนอบสุกๆ มีแกรไฟไฟต์คาร์บอนลักษณะกลม (Spherulitic) เนื่องจากอิทธิพลของแมกนีเซียม จึงมีคุณสมบัติที่เหนียวกว่าเหล็กหล่อมัลติ เบิล ได้จากการหลอม เหล็กถลุงและ เศษ เหล็กที่มีคาร์บอน ๓ - ๔ % ซิลิกอน ๑.๘ - ๒.๘ % แมงกานีส ๐.๑๕ - ๐.๔ % ฟอสฟอรัสมากที่สุด ๐.๑ % ซัลเฟอร์มากที่สุด ๐.๐๓ % แล้วเติมแมกนีเซียมลงไป ในน้ำเหล็ก ๐.๐๗ - ๐.๑% ตามด้วยเฟอโรซิลิกอนจะได้แกรไฟไฟต์คาร์บอนกลม แต่ถ้าในน้ำเหล็กมีไทเทเนียม คีบิก ตะกั่ว อารซีนิกจะไม่ได้แกรไฟไฟต์กลม เวลาเย็นตัวในแบบหล่อจะหดตัวมากกว่าเหล็กหล่อเทา ปริมาณคาร์บอนในเนื้อ เหล็กไม่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างมากเหมือนในเหล็กหล่อเทา นอกจากแมกนีเซียมแล้ว ซีเรียม แคลเซียม ลิเซียม โซเดียม แบเรียม ถ้าเติมลงไป ในน้ำเหล็กก็จะได้แกรไฟไฟต์คาร์บอนกลมเช่นกัน โดยทั่วไปใช้แมกนีเซียม เพราะราคาถูกกว่าใช้แทนเหล็กกล้าหรือเหล็กหล่อมัลติ เบิล เช่นหัว Fan hub ข้อเหวี่ยง (Crankshaft) เป็นต้นใช้งานในรูปของ As - cast หรืออบชุบก็ได้

อุตสาหกรรมเหล็กกล้าสมบูรณ์แบบคืออะไร

ปัจจุบันมีการผลิตเหล็กอยู่แล้วภายในประเทศ แต่เป็นการผลิตในช่วงหลังหรือช่วงปลาย คือการนำสินค้าเหล็กที่เป็นวัตถุดิบหรือสินค้าเหล็กกึ่งสำเร็จรูปมาผ่านกระบวนการผลิตเป็นสินค้าเหล็กสำเร็จรูป ในขั้นสุดท้าย เช่นนำเศษเหล็ก (iron scrap) มาหลอม หรือนำเหล็กแท่ง (ingots) มาเผาให้ร้อนแล้วเข้าเครื่องรีดออกมาเป็นเหล็กเส้นและลวดเหล็ก หรือเหล็กรูปพรรณอื่น ๆ เป็นต้น ขบวนการผลิตดังกล่าวไม่ใช้การผลิตเหล็กอย่างแท้จริง หรือจะเรียกว่าเป็นการแปรรูปเหล็กก็ยอมจะได้ ส่วนการผลิตเหล็กอย่างแท้จริงนั้น มีการผลิตมานานแล้ว แต่เป็นกิจการขนาดเล็กมาก คือการผลิตเหล็กกล้าจากแร่เหล็กของบริษัทเหล็กสยาม จำกัด ที่อำเภอบ้านหม้อ จังหวัดสระบุรี ผลิตได้เพียงประมาณปีละ ๑๕,๐๐๐ ตันเท่านั้น

ส่วนการผลิตเหล็กกล้าสมบูรณ์แบบนี้ เป็นขบวนการผลิตที่เริ่มตั้งแต่การถลุงแร่เหล็ก การผลิตเหล็กกล้า และการแปรรูปเหล็กกล้า เป็นผลิตภัณฑ์เหล็กสำเร็จรูปในขั้นสุดท้าย ตามแผนการผลิตโดยสังเขปดังนี้

แร่เหล็ก (iron ore) ถ่านหิน (coking coal) และวัตถุช่วยในการถลุง (flux) เช่นฟลูออไรท์ และหินปูน เป็นต้น นำเข้าเตาถลุง (blast furnace) ใช้ความร้อนสูง แร่เหล็กจะหลอมเหลวสิ่งเจือปนจะถูกขับไล่ออกมาเป็นตะกอนเหล็ก (slag) เหล็กที่ได้ในขั้นนี้ เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนสูง (pig iron) ใช้ผลิตเหล็กหล่อ (casting pig iron)

หลังจากการถลุงครั้งแรกแล้ว เหล็กที่กำลังหลอมเหลวก็จะถูกนำไปถลุงครั้งที่สองให้เป็นเหล็กกล้า (steel) โดยเพิ่มเติมเศษเหล็กเข้าไปด้วย การถลุงให้เป็นเหล็กกล้าส่วนใหญ่ใช้เตาถลุงหนึ่งแบบใน ๓ แบบ คือแบบ Open Hearth

Furnace แบบ Basic Oxygen Furnace และแบบ Electric Furnace

เหล็กที่ผ่านการดู่ครั้งที่สองนี้ จะเป็นเหล็กกล้า ซึ่งมีความบริสุทธิ์และความเหนียวมากขึ้น

ขั้นต่อไปเป็นกรรมวิธีผลิตเหล็กกล้าถึงสำเร็จรูป แยกได้เป็น ๒ วิธีคือ
วิธีแรกเป็นกรรมวิธีผลิตต่อเนื่อง คือนำเหล็กกล้าที่กำลังหลอมเหลวไปหล่อแบบต่อเนื่อง (Continuous casting) มีขนาดต่าง ๆ กันคือ แบบท่อนหน้าคัสเทิลเลียมเล็ก (billets) แบบท่อนหน้าคัสเทิลเลียมใหญ่ (blooms) และแบบแผ่นหนา (slabs) อีกวิธีหนึ่งคือเทเหล็กกล้ากำลังหลอมเหลวลงในเบ้า เหล็กจะแข็งตัวเป็นเหล็กก้อน (ingots) นำเหล็กก้อนไปเผาไหม้ร้อนและผ่านการรีดขั้นแรก (roughing mill) เหล็กที่ผ่านการรีดขั้นแรกจะมีขนาดต่าง ๆ กันเหมือนวิธีแรก

ขั้นสุดท้ายคือกรรมวิธีผลิตเหล็กกล้าสำเร็จรูป ซึ่งพอแยกได้เป็น ๓ ประเภทตามขนาดของเหล็กกล้าถึงสำเร็จรูป คือ


- ๑. เหล็กท่อนหน้าคัสเทิลเลียมเล็ก (billets) ผ่านเครื่องรีดเป็นเหล็กเส้น (bars) ลวดเหล็กขนาดใหญ่ (rod) และลวดเหล็ก (wire) เป็นต้น
- ๒. เหล็กท่อนหน้าคัสเทิลเลียมใหญ่ (blooms) ผ่านเครื่องรีดเป็นเหล็กโครงสร้างขนาดใหญ่ (structural shapes) และรางรถไฟ (rails) เป็นต้น

- ๓. เหล็กแผ่นหนา (slabs) ผ่านเครื่องรีดเป็นเหล็กแผ่นรีดร้อน (hot rolled sheet and strip) และเหล็กแผ่นรีดเย็น (cold rolled sheet and strip) หรือผ่านเครื่องรีดเป็นเหล็กแผ่นคอนข้างหนาขนาดใหญ่ (Skelp and plates) เป็นต้น

ขบวนการผลิตดังกล่าวข้างต้น เป็นขบวนการผลิตในประเทศผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ ๆ โดยทั่วไป แต่สำหรับประเทศไทยได้มีการศึกษาและวิเคราะห์กันแล้ว ผลปรากฏว่าขบวนการผลิตดังกล่าวไม่เหมาะสม เพราะต้องลงทุนสูงและประเทศไทย

ไม่มีดินเหนียว ขบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับไทยคือการผลิตเหล็กพรม (sponge iron) จากแร่เหล็ก เหล็กพรมนี้จะใช้ทดแทนเศษเหล็กเป็นส่วนใหญ่ในการผลิตเหล็กกล้าควยเตาถลุงเหล็กแบบ Electric Arc Furnace

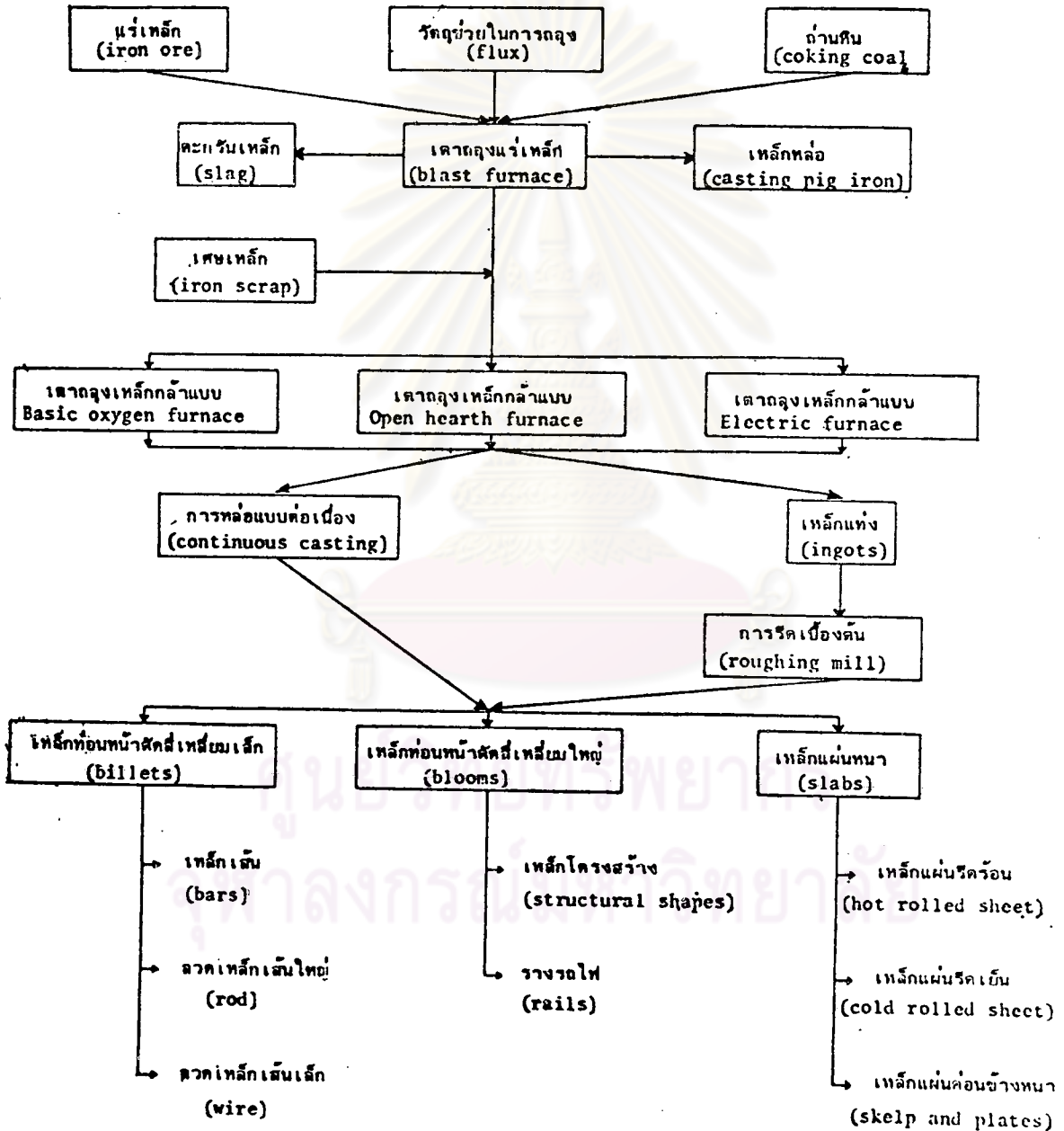
เหล็กพรม คือเหล็กที่เกิดจากการที่ออกซิเจน (oxygen) ในแร่เหล็ก ถูกขับไล่ออกไปควยวิธี Reduction โดยไฮโดรเจน (hydrogen) และ คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbonmonoxide) ในกาชธรรมชาติเป็น Reductant เหล็กพรมนี้จะมีเนื้อแร่เหล็กสูงถึงร้อยละ ๘๐ ใช้ผสมกับ เศษเหล็กในอัตราส่วน ๔ : ๑ ในการถลุงเป็นเหล็กกล้าควยเตาถลุงแบบ Electric Arc Furnace



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนการผลิตเหล็กกล้าสำล้งบูรณะ



ภาคผนวก อ.

เหล็กพูน (Sponge Iron)

เอกสาร แผนพธรของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาอุตสาหกรรมแห่งชาติ

การผลิตเหล็กพูน ใช้หลักการลดออกซิเจนออกจากเหล็กออกไซด์ในแร่ให้เป็นโลหะเหล็ก เช่น เกี่ยวกับการถลุงเหล็กโดยใช้เตาพ่นลม แต่ใช้อุณหภูมิในการถลุงประมาณ ๑,๐๐๐ เซลเซียส จึงไม่ถึงกับหลอมละลายแร่และเหล็กที่อยู่ในเตา ดังนั้น เหล็กพูนที่ออกจากเตาถลุงจะมีขนาดใกล้เคียงและคล้ายคลึงกันกับก้อนแร่ที่ป้อนเข้าเตา โครงสร้างของก้อนแร่ที่ถูกลดออกซิเจนออกไปแล้ว จะเต็มไปด้วยรูพูนคล้ายฟองน้ำจึงได้ชื่อว่าเหล็กพูน หรือ sponge iron และเรียกกรรมวิธีการผลิตนี้ว่า ไคเร็คทีคชั่น (Direct reduction) ซึ่งใช้แร่เหล็กและตัวลดออกซิเจน เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ลิกไนท์ ฯลฯ เป็นวัตถุดิบสำคัญ

การถลุงเหล็กโดยใช้เตาพ่นลมต้องกระทำตั้งแต่สองขั้นตอนขึ้นไปจึงจะได้เหล็กกล้า กล่าวคือ ถลุงจากแร่ให้เป็นเหล็กถลุงซึ่งมีคาร์บอนสูง และต้องทำการออกซิไดส์ เพื่อเปลี่ยนเหล็กถลุงให้เป็นเหล็กกล้า แต่กรรมวิธีไคเร็คทีคชั่นเป็นการแปรสภาพเหล็กออกไซด์ในแร่ให้เป็นโลหะเหล็ก ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบแทนเศษเหล็กในการผลิตเหล็กกล้าโดยใช้เตาไฟฟ้าได้เลย

กระบวนการลดโดยตรง (Direct Reduction Process) ได้พัฒนาขึ้นโดยบริษัท ฟโลโร (Floro) เมื่อ พ.ศ. ๒๔๘๘ (ค.ศ. ๑๙๔๖) ในสหรัฐอเมริกา ในกระบวนการนี้ สินแร่เหล็กจะได้รับการบดละเอียด สารเจือปนถูกแยกออกจากสินแร่ด้วยวิธีแม่เหล็ก เหล็กผงได้รับการเป่าด้วยก๊าซในโตรเจนเข้าไปในเตาเผาไฟฟ้า ซึ่งมุดด้วยกรไฟท์ไนบรียากาตไฮโดรเจน ผงเหล็กจะได้รับการเปลี่ยนให้เป็นโลหะเฟอร์รัสเหลว

กรรมวิธีถลุงเหล็กแบบใหม่หรือกรรมวิธีโคเร็กซ์คั้น ได้รับการพัฒนา
 เรื่อยมาจนถึงขั้นผลิตเป็นการค้าในปัจจุบัน มีด้วยกันหลายวิธี แต่ที่ได้รับความสนใจ
 อย่างมากคือ กรรมวิธี Hyl และกรรมวิธี Midrex ทั้ง ๒ วิธีใช้ตัวลด
 ออกซิเจนชนิดก๊าซ (gaseous reductant) โดยการใช้ออกซิเจนธรรมชาติ ซึ่งมี
 มีเทน (CH_4) เป็นส่วนประกอบสำคัญ มีเทนในก๊าซธรรมชาติจะถูกเปลี่ยน
 ให้อยู่ในรูปของ CO และ H_2 เสียก่อน โดยทำให้เกิดปฏิกิริยา ดังนี้



แล้วจึงใช้ CO และ H_2 ที่ได้นำไปลดออกซิเจนจากแร่เหล็กดังปฏิกิริยา



ได้เหล็กพูนออกมา ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเหล็ก ๘๕ - ๙๒% มลทิน ๓ - ๕%
 และคาร์บอน ๑ - ๒.๕%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๒. ผู้ผลิตเหล็กเส้นข้อย้อย ตาม มอก. ๒๔-๒๕๑๖

ผู้ผลิต	ชั้นคุณภาพ (SD)	ขนาด							
		DB๑๐	DB๑๒	DB๑๖	DB๒๐	DB๒๒	DB๒๔	DB๒๘	DB๓๒
บริษัทกรุงเทพผลิตเหล็ก จำกัด	๒๔		✓	✓	✓	✓	✓		
๒๗ ขอยกสิทธิ์เจริญ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย	๓๐		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
หมู่ ๑๐ ต.บางหญ้าแพรก อ.พระประแดง	๓๕								
สมุทรปราการ	๔๐		✓	✓	✓		✓	✓	
บริษัทโรงงานเหล็กกรุงเทพ จำกัด	๒๔	✓	✓	✓		✓	✓		
๔๒ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๔	๓๐	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ต.บางครุ อ.พระประแดง	๓๕								
สมุทรปราการ	๔๐								
บริษัทผลิตเหล็กไทยพัฒนา จำกัด	๒๔			✓			✓		
๑๘๓/๑ ขอยกสิทธิ์สวนส้ม	๓๐			✓			✓		
ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๗	๓๕								
ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง สมุทรปราการ	๔๐								
บริษัทเหล็กสยาม จำกัด	๒๔								
โรงงานเหล็กท่าหลวง	๓๐	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ต.บ้านครัว-บางโหนด	๓๕								
อ.บ้านหม้อ สระบุรี	๔๐	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
บริษัทสยามอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก จำกัด	๒๔	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
๑๐๔ ขอยกสิทธิ์เนินเจิม ถ.สุขสวัสดิ์	๓๐	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
หมู่ ๑ ต. ในคลองบางปลากด	๓๕	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
อ.เมือง สมุทรปราการ	๔๐	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
บริษัท จี.เอส.สตีล จำกัด	๒๔		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
๔๘ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๖	๓๐		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง	๓๕		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
สมุทรปราการ	๔๐		✓	✓	✓	✓	✓	✓	



๓. ผู้ผลิตเหล็กเส้นรีดซ้ำ SRR ๒๔ ตาม มอก. ๒๑๑-๒๕๒๐

ผู้ผลิต	ขนาด		
	RB ๖	RB๘	RB๑๒
๑. บริษัทโคเพโออินเตอร์เนชั่นแนลโปรดักส์ จำกัด ๒๔ ขอยพุทธมณฑล ๔ ถ.เพชรเกษม หมู่ ๔ ต.กระทุ่มล้ม อ.สามพราน นครปฐม	✓		
๒. นายกมล ทวีศุภพงษ์ กมลอุตสาหกรรม ๑๒๔ ขอยผูกมิตร ถ.ทางรถไฟเก่า หมู่ ๑๔ ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง สมุทรปราการ		✓	✓
๓. บริษัทกรู๊ตไทยสตีลเวอร์ค จำกัด ๑๑๔ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๒ ต.ในคลองปลาท อ.เมือง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๔. บริษัทศรีธนรีดเหล็ก จำกัด ๕๕๗ ขอยสุขสวัสดิ์ ๒๖ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๒ ต.บางปะกอก อ.ราชบุรีบูรณะ กทม.		✓	
๕. บริษัทนครไทยสตีลเวอร์ค จำกัด ๑๑๔/๓ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๑ ต.แหลมฟ้าผ่า อ.เมือง สมุทรปราการ		✓	
๖. บริษัทฮาคเนย์เหล็กเส้น จำกัด ๕./๑ ถ.สุขาภิบาล ๒ หมู่ ๑๒ ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง สมุทรปราการ		✓	
๗. บริษัทสุธรรมโลหะกิจ จำกัด ๓๑ ถ.เทพารักษ์ (กม.๑๕) หมู่ ๑๑ ต.บางปลา อ.บางพลี สมุทรปราการ		✓	✓
๘. บริษัทศรีสมบูรณ์โลหะกิจ จำกัด ๓๑/๑ ถ.เทพารักษ์ หมู่ ๑๑ ต.บางปลา อ.บางพลี สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๙. นายขุน เดชไพฑูลย์ยศ โรงงานเดชไพฑูลย์ ๕๕๕ หมู่ ๔ ต.ท้ายบ้าน อ.เมือง สมุทรปราการ		✓	

๓. ผู้ผลิตเหล็กเส้นรีดซ้ำ SRR ๒๔ ตาม มอก. ๒๑๑-๒๕๒๐

ผู้ผลิต	ขนาด		
	RB ๖	RB๘	RB๑๒
๑๐. บริษัทเอเชียสตีล จำกัด ๑๒๕ ถ.สุขุมวิท ต.บางเมือง อ.เมือง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๑๑. บริษัทยูเนี่ยนมีทอล จำกัด ๗๔ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๓ ต.บางหญ้าแพรก อ.พระประแดง สมุทรปราการ		✓	✓
๑๒. บริษัทเหล็กไทยพัฒนา จำกัด ๔๑/๒ ซอยสุขาภิบาล ๑๖ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่๑๕ ต.บางหญ้าแพรก อ.พระประแดง สมุทรปราการ		✓	✓
๑๓. บริษัทเมืองไทยเหล็กกล้า จำกัด ๒๑๕ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๑ ต.ปากคลองบางปลากด อ.เมือง สมุทรปราการ			✓
๑๔. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงเหล็กอิมพิวฟิค ๑๕๔/๑ ซอยกัลลเจริญ ๑ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๒ ต.บางจาก อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓		
๑๕. บริษัทบางนาจักรกล จำกัด ๕๒๔ ซอยมิตรอุดม ๑ ถ.สุขุมวิท ต.สำโรงเหนือ อ.เมือง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๑๖. บริษัทไมเยอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ๓๓ ซอยลาซาล ถ.สุขุมวิท ต.บางนา อ.พระโขนง กทม.		✓	✓
๑๗. บริษัทเมืองทองเหล็กเส้น จำกัด ๑๔ ซอยส.ไทยเสรี ๒ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๑ ต.บางปลากด อ.เมือง สมุทรปราการ		✓	✓

๓. ผู้ผลิตเหล็กเส้นรีดซ้ำ SRR ๒๔ ตาม มอก. ๒๑๑-๒๔๒๐

ผู้ผลิต	ขนาด		
	RB ๖	RB๘	RB๑๒
๑๔. บริษัทชนวิริยะผลิตเหล็ก จำกัด ๒๒ ขอยสลักภัณฑ์ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๑๔ ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓	✓	
๑๕. บริษัทโรงงานเหล็กกรุงเทพ จำกัด	✓	✓	✓
๒๐. บริษัทโรงเหล็กกรุงเทพ จำกัด ๑๔๗ ขอยกลับเจริญ ๑ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๒ ต.บางจาก อ.พระประแดง สมุทรปราการ		✓	✓
๒๑. บริษัทไทรอัมพ์สตีล จำกัด ๒๐๐/๑ ขอยบุญล้อม ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๑๖ ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง สมุทรปราการ		✓	✓
๒๒. บริษัทศรีนครอุตสาหกรรม จำกัด ๑๕ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๔ ต.บางหญ้าแพรก อ.พระประแดง สมุทรปราการ			✓
๒๓. บริษัทไทยสแตนคาร์คสตีล จำกัด ๕๒/๒ ถ.รังสิต-ปทุม หมู่ ๒ ต.บางขุน อ.เมือง ปทุมธานี	✓	✓	✓
๒๔. บริษัทไทยชิงเจ้าสตีลเวอร์คส์ จำกัด ขอยสุขาภิบาล ๑๔ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๑๔ ต.บางพึ่ง อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓		
๒๕. บริษัทเอนเนอรัลไอเอ็น จำกัด ๕๒ ขอยวัดโบสถ์ ถ.ติวานนท์ หมู่ ๔ ต.บ้านกลาง อ.เมือง ปทุมธานี	✓	✓	✓
๒๖. ห้างหุ้นส่วนจำกัดไทรริสโก้ ๕๒/๑ ขอยวัดโบสถ์ ถ.ติวานนท์ หมู่ ๔ ต.บ้านกลาง อ.เมือง ปทุมธานี		✓	✓

๓. ผู้ผลิตเหล็กเส้นรีดซ้ำ SRR ๒๔ ตาม มอก. ๒๑๑-๒๔๒๐

ผู้ผลิต	ขนาด		
	RB ๖	RB๘	RB๑๒
๒๗. บริษัทโรงเหล็กกรุงธน จำกัด ๒๐/๑ ซอยกลับเจริญ ๑ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๒ ต.บางจาก อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๒๘. บริษัทสหพันธ์เหล็กไทย จำกัด ๗๓ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๕ ต.บางหญ้าแพรก อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๒๙. บริษัทโรงงานไทยเจริญเหล็กเส้น จำกัด ๔๒ ซอยกลับเจริญ ๒ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๑ ต.ในคลองบางปลากด อ.เมือง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๓๐. บริษัทกรุงเทพผลิตเหล็ก จำกัด ๒๗ ซอยกลับเจริญ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๑๐ ต.บางหญ้าแพรก อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓	✓	
๓๑. บริษัทโรงงานบางปลากด จำกัด ๑๔๔ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๓ ต.ปากคลองบางปลากด อ.เมือง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๓๒. บริษัทสหชัยเหล็กกล้า จำกัด ๑๘/๑ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๓ ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง สมุทรปราการ		✓	✓
๓๓. บริษัทเยนเนอราลสตีล จำกัด ๖๘/๑ ซอยเข้าวัดบางหญ้าแพรก ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๕ ต.บางหญ้าแพรก อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๓๔. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อุดมอุตสาหกรรม ๘๔๘ ถ.สุขุมวิท หมู่ ๘ ต.สำโรงเหนือ อ.เมือง สมุทรปราการ		✓	✓

๓. ผู้ผลิตเหล็กเส้นรีดซ้ำ SRR ๒๔ ตาม มอก. ๒๑๑-๒๕๒๐

ผู้ผลิต	ขนาด		
	RB ๖	RB๘	RB๑๒
๓๕. บริษัทมหาชนผลิตเหล็ก จำกัด ๘๗ ซอยสุขาภิบาล ๑ ถ.ปู่เจ้าสมิงพราย หมู่ ๒๖ ต.สำโรงใต้ อ.พระประแดง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๓๖. บริษัทไพศาลสตีลเวอร์ค จำกัด ๕๔/๒ ถ.เทพารักษ์ หมู่ ๓ ต.บางพลีใหญ่ อ.บางพลี สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๓๗. บริษัท ที.เอส.สตีล จำกัด ๓๐๐ ซอยปัญญา ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๑ ต.ในคลองบางปลากด อ.เมือง สมุทรปราการ	✓	✓	✓
๓๘. บริษัทสหวิริยาสตีลเวคส์ จำกัด ๑๑๕ ถ.สุขสวัสดิ์ หมู่ ๑ ต.แหลมฟ้าผ่า อ.เมือง สมุทรปราการ	✓	✓	✓

ที่มา : กองควบคุมมาตรฐาน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หมายเหตุ : รายชื่อผู้ผลิตและขนาดที่ได้รับอนุญาตให้ทำการผลิตได้ ทั้ง ๓ รายการ
รวบรวมเพียงสิ้นวันที่ ๓๑ ธันวาคม ๒๕๒๒

ประวัติการศึกษา



นางสาว รัตนา หงษ์จินดา เกศ เกิดเมื่อวันที่ ๑๘ มกราคม
๒๕๕๔ ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จบการศึกษามัธยมศึกษา จากคณะพาณิชยศาสตร์
และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา ๒๕๖๖

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย