# อุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทย

**รศ.ดร. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์**
**ผศ. วิกรม วัชระคุปต์**
**ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ**
**คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

## บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทย ปรากฏขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อประมาณ 20 ปีมาแล้ว หลังจากที่รัฐบาลได้มีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคเอกชนลงทุนในอุตสาหกรรมประเภทนี้ อุตสาหกรรมดังกล่าวได้แก่อุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็กและผลิตเหล็กกล้า และอุตสาหกรรมแปรรูปเหล็กขนาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างมาก ผลิตภัณฑ์ปลายสายนี้มีผลตามมาจากอุตสาหกรรมดังกล่าวได้แก่ เหล็กเส้น แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกและสังกะสี ท่อเหล็ก ลวดเหล็ก และผลิตภัณฑ์จากการหล่อรูปพรรณ ซึ่งนับวันจะมีปริมาณความต้องการเพิ่มมากขึ้น มีการขยายกำลังการผลิต และปรับปรุงเทคโนโลยีกระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าโดยตลอดมาในช่วงระยะ 5 ปีที่ผ่านมานี้ (2529–2533) ประเภทของอุตสาหกรรมที่สำคัญในสาขาอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทย ได้แก่ อุตสาหกรรมเหล็กไม่แบน (Non Flat Product) อุตสาหกรรมเหล็กแบน (Flat Product) และอุตสาหกรรมหล่อเหล็กรูปพรรณ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะอุตสาหกรรม 2 ประเภทแรกเท่านั้น

## อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เหล็กไม่แบน

อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กไม่แบนในระยะแรก (พ.ศ. 2493 เป็นต้นมา) ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น ได้มีการคัดเลือก และดัดแปลงเครื่องจักรบางส่วนให้เหมาะสมกับสภาวะตลาด สิ่งแวดล้อม และการลงทุน เทคโนโลยีการผลิตเหล็กกล้า เป็นการผลิตด้วยเตาอาร์คไฟฟ้า โดยใช้เศษเหล็กเป็นวัตถุดิบ เหล็กกล้าเหลวถูกทำเป็นเหล็กแท่งหล่อ (Ingot) ก่อนที่จะนำไปรีดเป็นเหล็กเส้นชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบันนี้ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่เห็นได้ชัดคือมีการนำเทคโนโลยีการหล่อต่อเนื่อง (Continuous Casting) เข้ามาใช้ในโรงงานรีดเหล็กเส้นที่มีเตาหลอม ซึ่งปัจจุบันมีอยู่ 8 โรงงาน ใน 8 โรงงานนี้มีอยู่ 7 รายที่ได้รับอนุมัติให้ตั้งหรือขยายโรงงาน โดยเพิ่มกำลังการผลิตรวมจากเดิมปีละ 1 ล้านเมตริกตันเป็นปีละ 2.6 ล้านเมตริกตัน โรงงานที่ตั้ง หรือขยายใหม่เหล่านี้ได้พยายามนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตอย่างมาก

## กรณีตัวอย่าง บริษัท NTS STEEL GROUP

กลุ่มนครไทยสตีลเวอร์ค (NTS STEEL GROUP) เป็นกลุ่มที่ดำเนินการก่อสร้างโรงงานใหม่โดยมีรายละเอียดดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| กำลังการผลิตรวม | ออกแบบไว้ | 450,000 ตัน/ปี |
| | อนาคต | > 500,000 ตัน/ปี |
| ผลิตภัณฑ์ | Re-bars | |
| | Wire rods | |
| | Bars and rods for cold forming | |
| | Engineering Steels | |

## Melt Shop

1 EAF – EBT (Eccentric Bottom Tapping) type 75 tons + 10 tons Hotheels
– Transformer 75 MVA UHP
– 4 Oxy-fuel burners
– Carbon injector
– $O_2$ lance
– Water cooled panel & Roof
– Foaming slag practice
– Electrode Holder → Power Conducting Arm (PCA) with Water cooling electrode system

1 LF – Transformer 12 MVA
– Electrode Holder (PCA)
– Ar/Ni bubbling
– water cooled roof

1 Computer Control System for melt shop level I
1 Continuous Casting Maching 5/4 Strand 100×100 $mm^2$, 150×150 $mm^2$ Billets (12 m length)
Cast radius 6 m
Mould level control system
Casting speed (expected) > 2.4 m/min

## Rolling Mill

1 Reheating Furnace – Walking hearth type
– Computer Control
1 Continuous Bar Mill – Computer Control
– Cantilever strand type
1 High speed wire rod block (>100m/sec)
1 Stelmore conveyor for coil cooling

Automatic bundelling machine
Fully computorized Centrol Level I.

จะเห็นได้ว่าโรงงานใหม่ ซึ่งจะเริ่มดำเนินการผลิตได้ในปี พ.ศ. 2535 นี้ ได้นำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยหลายประการจากประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น เยอรมัน หรือ ญี่ปุ่น ได้แก่ EAF-EBT, UHP transformer, Watercooled panel and roof, Water Cooling electrode system, Walking hearth type reheating furnace เป็นต้น ซึ่งจะทำให้มีประสิทธิภาพในการผลิตสูง ต้นทุนการผลิตทางด้านพลังงาน และวัสดุสิ้นเปลืองต่ำ นับเป็นโรงงานผลิต Non flat product ที่พัฒนาที่สุดแห่งหนึ่งของโลก

โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กไม่แบนนี้ ยังมีโรงงานอีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่าโรงงานประเภทเหล็กรีดซ้ำ ซึ่งมีประมาณ 44 โรงงาน มีกำลังผลิตรวมกันปีละประมาณ 600,000 เมตริกตัน โรงงานเหล่านี้ใช้วัตถุดิบส่วนใหญ่เป็นพวก Cobble Plate ชั้นสอง ที่นำเข้ามาจากออสเตรเลีย อเมริกา และยุโรป แนวโน้มการพัฒนาของโรงงานกลุ่มนี้ยังมีน้อยมาก นอกจากการเพิ่มขนาดของแท่นรีด เพื่อให้สามารถรีด Billets ขนาด 100 $mm^2$ ได้เท่านั้น

## อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากเหล็กแบน

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากเหล็กแบนที่ปรากฏอยู่ในขณะนี้ จำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าเหล็กแผ่นจากต่างประเทศทั้งหมด เหล็กแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่สำคัญในการใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเหล็กต่าง ๆ ความหนาที่ใช้งานอยู่ระหว่าง 0.125–4.000 มม. ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กแผ่นเคลือบผิวโลหะต่าง ๆ อุตสาหกรรมผลิตท่อเหล็ก เฟอร์นิเจอร์ ตัวถังรถยนต์และโครงสร้าง ฯลฯ ในกรณีของความหนาตั้งแต่ 4 มม.ขึ้นไป จะใช้ในอุตสาหกรรมต่อเรือและซ่อมเรือ อุตสาหกรรมก่อสร้าง ถังเก็บน้ำมัน และสารเคมี ถังก๊าซ ฯลฯ ในแต่ละปีต้องนำเข้าเหล็กแผ่นประมาณ 2 ล้านเมตริกตันขึ้นไป เป็นมูลค่าไม่น้อยกว่า 20,000 ล้านบาท ในช่วง 2–3 ปีหลังนี้ มีอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 6.8–7 ต่อปี คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนให้อนุมัติส่งเสริมการลงทุนไปแล้ว 1 ราย ประกอบด้วยโรงงานเหล็กแผ่นรีดร้อน เหล็กแผ่นรีดเย็น และ เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี นอกจากนี้ยังได้อนุมัติส่งเสริมการลงทุน โรงงานผลิตเหล็กแผ่นหนา 2 ราย เหล็กแผ่นรีดเย็นชนิดเหล็กไร้สนิม 3 ราย รวมทั้งหมดได้อนุมัติส่งเสริมการลงทุนไปแล้วทั้งสิ้น 6 ราย

ปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตเหล็กแผ่นจากเตาหลอมได้ก้าวหน้าไปมาก โดยมีเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น เช่น Twin Roll Caster, Near-Net-Shape Casting หรือ Thin Strip Casting ทำให้สามารถรีดเหล็กแผ่นจากเตาหลอมแบบต่อเนื่องโดยมีความกว้างตั้งแต่ 152 มม. ถึง 1,626 มม. และความหนาตั้งแต่ 0.5 มม. ถึง 76 มม. ในส่วนของการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีการใช้ Edge Heating Process เพื่อลดการแตกบริเวณมุมของเหล็กแผ่น Continuous Annealing and Pickling Line (CAPL) เพื่อลดความแข็งและปรับปรุงคุณสมบัติของผิว ซึ่งโรงงานเหล็กแผ่นที่ตั้งขึ้นในประเทศไทยในอนาคตคงจะได้มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เหล่านี้เข้ามาใช้กันเป็นส่วนใหญ่

## งานวิจัยทางด้านอุตสาหกรรมเหล็กไม่แบนและเหล็กแบนในประเทศไทย

งานวิจัยในส่วนนี้ของประเทศไทยทั้งในภาครัฐบาลและภาคเอกชน กล่าวได้ว่าแทบไม่มีเลย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นงานวิจัยที่ต้องลงทุนทางด้านอุปกรณ์ ครุภัณฑ์ และวัสดุที่สูงมาก ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนทางด้านเตาหลอม เตาอบชุบ ระบบการหล่อแบบต่อเนื่อง การทำอินกอท (Ingot) และระบบการรีดร้อน รีดเย็น การวิจัยของภาครัฐบาลส่วนใหญ่จะมุ่งในทางด้านการปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กกล้า เช่น การใช้แรเอิธผสมลงในเหล็กกล้า การผลิตโลหะผสมหลัก (Master Alloy) ซึ่งยังอยู่ในระยะเริ่มต้น นอกจากนี้ก็เป็นงานวิจัยทางด้านปลายสาย (Downstream) ได้แก่ งานวิจัยทางด้านการชุบเคลือบโลหะด้วยสังกะสีและดีบุก เป็นต้น

ในภาคเอกชนนั้นการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่จะมุ่งไปในแง่ของการลดต้นทุนการผลิต มากกว่าที่จะวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในปัจจุบันจะเป็นพวกเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำธรรมดาใช้ในงานก่อสร้างขึ้นไป ปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.08-0.35% การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุนส่วนใหญ่จะมุ่งไปในขั้นตอนการผลิตเหล็กกล้า เพราะต้นทุนส่วนใหญ่จะอยู่ในขั้นตอนนี้ ตัวอย่างของการปรับปรุงได้แก่การทดลองหลอมเหล็กด้วยเทคนิค Foaming Slag ซึ่งบริษัทเหล็กสยามปฏิบัติอยู่เป็นต้น

ในส่วนของกระบวนการรีดเหล็ก ภาคเอกชนมีแนวโน้มในการที่จะซื้อเครื่องจักรใหม่ ทันสมัยและเทคโนโลยีจากต่างประเทศทั้งสิ้น เทคโนโลยีเหล่านี้ เช่น Stelmore Technique สำหรับการลดอุณหภูมิของเหล็กลวดให้มีความสม่ำเสมอและควบคุมได้ การใช้เทคนิค Tempcore ที่จะเพิ่มความแข็งแรงให้กับเหล็กเส้นที่ผลิตได้ ในส่วนของงานวิจัยเองนั้นไม่มีเลย ด้วยเหตุผลของการขาดแคลนบุคลากรตลอดจนข้อจำกัดของเครื่องจักรอุปกรณ์นี้ที่ยังเก่าและล้าสมัยอยู่

## หน่วยงานและงบประมาณที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา

หน่วยงานที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทย จะเป็นหน่วยงานในภาครัฐบาลเป็นส่วนใหญ่ หน่วยงานที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. คณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STDB)
2. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (NCMM)
3. สภาวิจัยแห่งชาติ (NRCT)

หน่วยงานอื่น ๆ นอกจากนี้จะเป็นหน่วยงานทางภาคเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับแหล่งทุนจากประเทศญี่ปุ่น เช่น

1. มูลนิธิอซาฮี (ASAHI FOUNDATION)
2. มูลนิธิฮิตาชิ (HITACHI FOUNDATION)
3. มูลนิธิโทเร (TORAY FOUNDATION)

และยังมีหน่วยงานที่ส่งเสริมในการแลกเปลี่ยนนักวิจัยหรือฝึกอบรมนักวิจัย เพื่อสนับสนุนการวิจัยโดยผ่านกรมวิเทศสหการ ได้แก่ JAPAN SCIENCTIFIC PROMOTION SOCIETY (JSPS) และ JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) เป็นต้น

งบประมาณสนับสนุนทุนการวิจัยมีตั้งแต่ระดับ 5 แสนบาทถึงประมาณ 2 ล้านบาท ซึ่งกล่าวได้ว่ายังเป็นงบประมาณที่ต่ำ ไม่สามารถที่จะมาลงทุนทำวิจัยในกระบวนการผลิตเหล็ก และเหล็กกล้า Iron and Steel Making และ Hot/Cold Rolling ได้อย่างเต็มที่

## สถาบันและหน่วยงานที่ทำการวิจัยและพัฒนาในด้านอุตสาหกรรมเหล็ก

หน่วยงานวิจัยภาครัฐบาลที่มีหน่วยงานเกี่ยวข้องในด้านการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กได้แก่

1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   - 1.1 ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ
   - 1.2 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
   - 1.3 สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ
2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตพระนครเหนือ
   - 2.1 ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต
   - 2.2 ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีเครื่องกล
3. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตลาดกระบัง
   - 3.1 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
   - 3.2 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
4. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตธนบุรี
   - 4.1 คณะพลังงานและวัสดุ
   - 4.2 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
5. มหาวิทยาลัยศิลปากร ภาควิชาฟิสิกส์
6. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
   - 6.1 ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่
   - 6.2 ศูนย์วิจัยพลังงานและเทคโนโลยีเหมาะสม

6.3 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

7. มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

8. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
   8.1 ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหการ
   8.2 ภาควิชาฟิสิกส์

9. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

10. กระทรวงอุตสาหกรรม กรมทรัพยากรธรณี
    10.1 กองโลหการ
    10.2 กองเทคโนโลยีแร่

11. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฝ่ายโลหกรรมและวัสดุ

12. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน กรมวิทยาศาสตร์บริการ ฝ่ายวิจัย

สำหรับหน่วยงานวิจัยภาคเอกชน เท่าที่รวบรวมได้มีดังต่อไปนี้คือ

1. ฝ่ายผลิต บริษัท เค. วาย. อินเตอร์เทรด จำกัด
2. ฝ่ายวิจัยและพัฒนากระบวนการ บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด
3. บริษัท แผ่นเหล็กวิลาศไทย จำกัด
4. ศูนย์วิจัยและพัฒนา บริษัท เนชั่นแนลไทย จำกัด
5. ฝ่ายวางแผนวิศวกรรม บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด
6. ศูนย์วิจัยและพัฒนา บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด
7. ฝ่ายวิศวกรรม บริษัท เหล็กสยาม จำกัด
8. ฝ่ายเทคนิค บริษัท สยามนวโลหะ จำกัด
9. บริษัท ลูกรีดอุตสาหกรรม จำกัด
10. บริษัท ซี.เอ็ม.อินดัสทรี จำกัด

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนบุคลากรในหน่วยงานวิจัยภาครัฐบาลและภาคเอกชน ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 1** จำนวนบุคลากรในหน่วยงานวิจัยภาครัฐบาลและภาคเอกชน (พ.ศ. 2532)

| หน่วยงาน | ระดับปริญญาตรี | ระดับปริญญาโท | ระดับปริญญาเอก | ช่างเทคนิค | บุคลากรสนับสนุน |
|---|---|---|---|---|---|
| **ภาครัฐบาล** | | | | | |
| กรมวิทยาศาสตร์บริการ | 31 | 4 | 2 | 44 | 23 |
| สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 8 | 1 | 4 | 1 | 24 |
| กองโลหกรรม กรมทรัพยากรธรณี | 12 | 6 | 2 | 19 | 34 |
| สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม | 202 | 41 | – | 22 | 145 |
| มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 3 | 20 | 10 | 6 | 8 |
| มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ | 3 | 18 | 4 | 11 | 3 |
| มหาวิทยาลัยศิลปากร | 5 | 18 | 23 | 8 | 9 |
| สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 18 | 22 | 4 | 4 | 2 |
| จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย | 7 | 21 | 5 | 8 | 6 |
| **รวม** | **289** | **151** | **54** | **123** | **254** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ภาคเอกชน** | | | | | |
| บริษัท เค.วาย.อินเตอร์เทรด | – | – | – | 27 | 15 |
| บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด | 4 | 1 | 2 | 6 | 2 |
| บริษัท เนชั่นแนลไทย จำกัด | 3 | – | – | 17 | 2 |
| บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด | 7 | – | – | 4 | 3 |
| บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด | 3 | 2 | 5 | – | 29 |
| บริษัท สยามนวโลหะ จำกัด | 7 | – | – | 22 | 30 |
| บริษัท ลู่กรีดอุตสาหกรรมไทย จำกัด | 4 | – | – | 15 | 69 |
| บริษัท ซี.เอ็ม.อินดัสทรี จำกัด | 7 | 2 | – | 40 | 156 |
| **รวม** | **35** | **5** | **7** | **131** | **306** |

**หมายเหตุ** บางหน่วยงานไม่ได้ระบุแยกประเภทของบุคลากรและไม่ได้ระบุจำนวนบุคลากรไว้จึงไม่ได้แสดงไว้ในตาราง

เมื่อรวมกำลังคนในด้านการวิจัยและพัฒนาพบว่า หน่วยงานวิจัยภาครัฐบาลมี นักวิทยาศาสตร์และ/หรือวิศวกร จำนวนประมาณ 500 คน แบ่งเป็นนักวิจัยปริญญาตรี 56% ปริญญาโท 31% และปริญญาเอก 12% นอกจากนี้ยังมีช่างเทคนิคประมาณ 120 คน และสต๊าฟสนับสนุนประมาณ 250 คน ข้อที่น่าสังเกตุคือ ช่างเทคนิคในหน่วยงานวิจัยของรัฐบาลมีค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับนักวิจัยอยู่ในอัตราส่วนนักวิจัย : ช่างเทคนิค เท่ากับ 2:1 ทำให้งานสนับสนุนการวิจัยทางด้านการทำชิ้นงานทดสอบ งานเก็บข้อมูลวัดผลต่าง ๆ ทำได้ไม่คล่องตัวเท่าที่ควร นับเป็นอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการวิจัย และทำให้นักวิจัยไม่สามารถรับภาระงานได้มากนัก

ในส่วนของหน่วยงานวิจัยภาคเอกชนนั้น มีนักวิทยาศาสตร์และ/หรือวิศวกรประมาณ 50 คน แบ่งเป็นนักวิจัยปริญญาตรี 36% ปริญญาโท 10% และปริญญาเอก 14% (ผลรวมไม่ได้ 100% เนื่องจากบางหน่วยงานไม่ระบุวุฒิการศึกษาได้ชัดเจน) นับได้ว่าอยู่ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับภาครัฐบาล แต่มีช่างเทคนิคถึง 131 คน และสต๊าฟสนับสนุน 306 คน ช่างเทคนิคในหน่วยงานวิจัยภาคเอกชนต่อนักวิจัยนั้นมีจำนวนมาก เทียบอัตราส่วนนักวิจัย : ช่างเทคนิคจะกลับกับภาครัฐบาลคืออยู่ในอัตราส่วนเท่ากับ 1:2.7 ทำให้งานบริการนักวิจัยภาคเอกชนทำได้มาก และสามารถรับภาระงานวิจัยได้มากกว่าภาครัฐบาล

## อุปกรณ์ การวิจัยและพัฒนา

ในส่วนของอุปกรณ์การวิจัยและพัฒนาในหน่วยงานของภาครัฐบาล และภาคเอกชน ที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น

**ก. อุปกรณ์ทดสอบคุณสมบัติทางกล ได้แก่**

1. อุปกรณ์ทดสอบแรงกระแทก
2. อุปกรณ์ทดสอบความแข็งแบบบริเนล รอคเวล วิคเกอร์ และชอร์
3. อุปกรณ์ทดสอบความต้านแรงดึง
4. อุปกรณ์ทดสอบความต้านแรงบิด
5. อุปกรณ์ทดสอบความต้านแรงกด

**ข. อุปกรณ์ทดสอบการขึ้นรูป และทำชิ้นงานทดสอบคุณสมบัติทางกล**

1. เครื่องตัดด้วยลวดไฟฟ้าแบบ CNC
2. Tool Grinder
3. เครื่องรีดโลหะ
4. เครื่องอัดไฮดรอลิก
5. เครื่องกัดโลหะแบบธรรมดาและแบบ NC
6. เครื่องกลึงความเที่ยงตรงสูง และแบบ CNC
7. เครื่องเชื่อมโลหะ
8. เครื่องตัดชิ้นงานทดสอบ
9. Engraver

ค. อุปกรณ์วิเคราะห์ และตรวจวัด

1. CE Meter
2. Gas Analyser
3. Gauge; Block, Dial, Cylinder
4. กล้องจุลทรรศน์แบบ Optical, Scanning Electron
5. Measuring Machine, 3 Dimension
6. Gas & Liquid Chromatograph
7. Spectrophotometer; Infrared, UV, Atomic Absorption, Vacuum
8. Thermal Analyser
9. Paint and Coating Testing Equipment
10. X–ray, Fluorescent
11. Diffractometer, X–ray
12. Electron Spectroscopy, Chemical Analysis
13. Thermal Conductivity Meter
14. Thickness Meter, Ultrasonic
15. Differential Thermal Analyser
16. Depth Micrometer
17. Multilayer Coating Thickness Guage
18. Roughness Tester, Surface
19. Salt Spray Tester
20. Industrial X–rays
21. Particle Size Distribution Analyser
22. Electromagnetic Tester for surface coating
23. Profile Projector
24. Penetrated Tester
25. Roundness Tester

ง. อุปกรณ์ให้ความร้อนและหลอมโลหะ

1. Induction Furnace (High Frequency)
2. Muffle, Tube, Crucible Furnace
3. Plasma Fusion Generation
4. Sputtering System
5. Forging Furnace

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในการจัดเตรียมวิเคราะห์ชิ้นงาน ได้แก่ เครื่องขัดแบบธรรมดาและแบบไฟฟ้า Desiccator เก็บชิ้นงาน เป็นต้น

อุปกรณ์ทดสอบดังกล่าวส่วนใหญ่จะอยู่ในหน่วยงานวิจัยภาครัฐบาล ดังนั้น ผลงานในการวิจัยและพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเหล็กมักเกิดขึ้นในหน่วยงานภาครัฐบาลมากกว่าภาคเอกชน

**สถานภาพของกำลังคน**

สถาบันการศึกษาที่ทำหน้าที่ในการผลิตกำลังคนทางด้านวิศวกร ที่สามารถทำการวิจัย และ พัฒนาในส่วนที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหล็กในปัจจุบันมีอยู่เพียง 4–5 สถาบันเท่านั้น โดยมีปริมาณการผลิตที่ผลิตได้จริงและประมาณการดังต่อไปนี้

| | ปี พ.ศ. | | | | ประมาณการ |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2531 | 2532 | 2533 | 2534 | 2539 |
| ปริญญาตรี | 78 | 90 | 104 | 28 | 302 |
| สูงกว่าปริญญาตรี | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |

ส่วนปริมาณความต้องการบุคลากรในสาขานี้ตามจริงและประมาณการมีดังนี้

| | ปี พ.ศ. | | | | | ประมาณการ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2531 | 2532 | 2533 | 2534 | 2539 | 2543 |
| ปริญญาตรี | 55 | 55 | 45 | 44 | 57 | 78 |
| สูงกว่าปริญญาตรี | 4 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 |

**แหล่งข้อมูล TDRI (1988)** ตารางที่ 3.2

จะเห็นได้ว่าจากตัวเลขการประมาณการ และการพยากรณ์นั้น บุคลากรในสาขานี้น่าจะมีเพียงพอ แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าการประมาณการทางด้านความต้องการบุคลากรสาขานี้น่าจะมีการปรับแก้ไขให้สูงขึ้นอีกมาก เพราะโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กมีการตั้งโรงงานใหม่ และขยายการผลิตเพิ่มสูงขึ้นประมาณเกือบ 100% และยังมีแนวโน้มการจัดตั้งโรงงานผลิตเหล็กกล้าสมบูรณ์แบบ โรงงานผลิตเหล็กพรุน โรงงานผลิตแม่พิมพ์ และชิ้นส่วนเครื่องกลเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นการขาดแคลนบุคลากรในสาขานี้จะมีขึ้นอย่างแน่นอนในอนาคต ถ้าไม่มีการปรับเพิ่มปริมาณการผลิต

## สถานภาพและความต้องการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของภาคอุตสาหกรรม

กล่าวได้ว่า ความต้องการงานวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของภาคอุตสาหกรรมในสาขาอุตสาหกรรมเหล็กมีสูงมาก การตั้งหรือขยายโรงงานใหม่ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศทั้งสิ้น ทำให้สูญเสียเงินตราต่างประเทศปีละจำนวนมาก ประกอบกับการวิจัยและพัฒนาทางด้านนี้ทั้งภาครัฐบาลและ

ภาคเอกชนยังไม่ได้มีการดำเนินการอย่างจริงจัง จึงน่าจะได้มีการพิจารณาเร่งรัดงานวิจัยและพัฒนาดังต่อไปนี้

**(ก) กระบวนการผลิตเหล็ก (Ironmaking)**

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต Crude Steel และ Sponge Iron ในประเทศไทย โดยกรณีเปรียบเทียบหากระบวนการผลิต และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม

**(ข) กระบวนการผลิตเหล็กกล้า (Steelmaking)**

- การผลิตตะกรันสังเคราะห์เพื่อใช้ในกระบวนการ Ladle Metallurgy
- การกำจัดทองแดงและดีบุกจากเหล็กกล้าหลอมเหลว
- การประยุกต์ใช้ธาตุแรเอิธในการผลิตเหล็กกล้า
- การผลิตเฟอร์โรแอลลอยอย่างมีประสิทธิภาพ
- การศึกษากระบวนการ Ladle Metallurgy
- การศึกษาและพัฒนากระบวนการหล่อต่อเนื่อง

**(ค) กระบวนการรีดเหล็ก**

- การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเหล็กแผ่นรีดร้อนแบบต่าง ๆ
- การศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กแผ่น
- การวิจัยและพัฒนาการรีดร้อนแบบ Control Rolling
- การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมการผลิต
- การพัฒนาผลิตเหล็กกล้าพิเศษ
- การควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศในเตาอบเหล็ก
- การผลิตวัสดุที่เหมาะสมในการทำลูกรีด
- การศึกษากระบวนการรีดต่อเนื่อง

## ความต้องการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของภาครัฐบาล

อุตสาหกรรมเหล็กในประเทศไทยมีลักษณะแตกต่างจากประเทศในแถบอาเซียนกล่าวคือเป็นการลงทุนประกอบการในภาคเอกชนทั้งสิ้น ภาครัฐบาลจะมีบทบาทในการเป็นฝ่ายสนับสนุน ดูแลควบคุม และอำนวยความสะดวกตลอดจนชี้นำทางด้านนโยบายต่าง ๆ ดังนั้นความต้องการในภาครัฐบาลเอง น่าจะเป็นลักษณะดังนี้

1. กำลังคน (นักวิจัย) และอุปกรณ์ที่สามารถด้านการวิจัย พัฒนา วิเคราะห์ เลือกสรร เทคโนโลยี ที่เหมาะสม แล้วถ่ายทอดสู่ภาคเอกชน หรือร่วมมือในการทำวิจัย

2. นักวิชาการที่สามารถกำหนดแนวนโยบาย และดำเนินการสนับสนุนการจัดตั้งองค์กรแลกเปลี่ยนความรู้ในภาคเอกชน และระหว่างเอกชนกับรัฐบาล

3. นักวิชาการที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านพลังงาน สาธารณูปโภค กำลังคน และสภาวะแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมเหล็ก แล้วทำเป็นมาตรการให้ภาครัฐบาลที่เกี่ยวข้องวางมาตรการดำเนินการป้องกันหรือแก้ไขต่อไป

4. บุคลากรในภาคการศึกษา ตลอดจนทรัพยากรในสถาบันการศึกษาที่สามารถผลิตวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ความสามารถป้อนให้กับตลาดแรงงานในภาคเอกชน

## บทสรุป

ในอดีตที่ผ่านมาการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเหล็กเป็นการดำเนินการในภาคเอกชนเพียงอย่างเดียว โดยภาครัฐบาลมีบทบาทสนับสนุนทางด้านการส่งเสริมการลงทุนและควบคุมการดำเนินงานอยู่ห่าง ๆ ในการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นภาคเอกชนยังไม่มีกำลัง และความต้องการมากนัก แต่ในระยะ 5 ปีที่ผ่านมาจากการขยายตัวทางด้านการตลาด และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ทำให้รัฐบาลจำเป็นต้องมีบทบาทในการสนับสนุน และส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กอย่างใกล้ชิดมากยิ่งขึ้น

ในระยะปัจจุบันจนถึงระยะ 10 ปีข้างหน้านี้ จะเป็นช่วงระยะเวลาที่สำคัญยิ่งในการวางรากฐานของอุตสาหกรรมเหล็กพื้นฐาน ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่เน้นการลงทุนสูง รัฐบาลจำเป็นต้องเข้าร่วมสนับสนุนช่วยเหลือในด้านการจัดสร้างสาธารณูปโภค และส่งเสริมการวิจัย และพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็ก ซึ่งไม่เพียงแต่จะสนองความต้องการภายในประเทศ แต่จะต้องเน้นให้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเพื่อการส่งออกแข่งขันในตลาดโลก รัฐบาลจะต้องมีบทบาทในด้านส่งเสริมการถ่ายทอดและเลือกสรรเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยเสริมสร้างศักยภาพของหน่วยงานของรัฐบาลและส่งเสริมการจัดตั้งองค์กรร่วมระหว่างรัฐบาลและเอกชนให้เป็นกลไกสำคัญในการดำเนินงานดังกล่าว โดยสามารถก้าวตามขั้นตอนการดำเนินงานในประเทศต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาไปแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น เป็นต้น ก้าวต่าง ๆ ที่สำคัญน่าจะมีดังต่อไปนี้

1. ระยะ 10 ปี นับจากปัจจุบัน ส่งเสริมการก่อตั้งโรงงานผลิตเหล็กสมบูรณ์แบบบริเวณชายฝั่งทะเล มีการใช้ระบบการผลิตที่เหมาะสม เช่น เตาผลิตมีขนาดใหญ่ หรือระบบ Direct Reduction ผลิตโดยเทคโนโลยีการหล่อต่อ

เนื่อง และการเพิ่มความสมบูรณ์ของเหล็กด้วยกระบวนการต่าง ๆ

2. ระยะ 20 ปี นับจากปัจจุบันเน้นการประหยัดพลังงาน เสริมสร้างกระบวนการเชื่อมโยงต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เช่น CC–DR, BF–TPR, CDQ และ Bottom Blowing

3. ระยะ 30 ปี นับจากปัจจุบัน เน้นการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูง พัฒนากระบวนการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่าง ๆ และใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุม

## เอกสารอ้างอิง


1. เอกสารประกอบการพัฒนา "ทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า" กระทรวงอุตสาหกรรมร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 18 เมษายน 2534
2. รศ.ดร. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์ และคณะ : รายงานการวิจัยและพัฒนา การกำหนดหัวข้อการวิจัยสำหรับอนาคตในด้านเหล็ก, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการพลังงาน, กันยายน 2533
3. เอกสารสรุปผลการสัมมนาทางวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีวัสดุ ครั้งที่ 3 "แนวทางการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนวิศวกรรม, 6–8 มิถุนายน 2533
4. W.A. Tony : Near – Net-Shape Casting No Longer Considered an Advanced Technology; IRON & STEELMAKER, January 1990, P. 22–26
5. รายงานสรุปการสัมมนา "แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กพื้นฐานในประเทศไทย" กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน ร่วมกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 5–6 กรกฎาคม 2532