

# อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ 4.0

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

## อุตสาหกรรม 4.0 (INDUSTRY 4.0)

อุตสาหกรรม 4.0 (INDUSTRY 4.0) เริ่มเป็นที่กล่าวขานจากนโยบายอุตสาหกรรมแห่งชาติของประเทศไทยฉบับนี้ ประกาศในปี ค.ศ.2013 (พ.ศ.2556) โดยระบุว่าอุตสาหกรรมของประเทศไทยในปี ค.ศ.2033 (พ.ศ.2576) จะเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรมอัจฉริยะและเข้าสู่ช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 โดยอุตสาหกรรมใหม่จะขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติควบคู่ไปกับหุ่นยนต์อัจฉริยะและเชื่อมโยงกับเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ระบบการผลิตยกระดับจาก LEAN ไปสู่ “CYBER-PHYSICAL PRODUCTION”

ภาพที่ 1 อุตสาหกรรม 4.0



ที่มา : <http://tools-article.sumipol.com/wp-content/uploads/2015/08/INDUSTRY4.0-The-Next-Industrial-Revolution.pdf>

นอกจากนี้ หุ่นยนต์ในอนาคตจะพัฒนาไปสู่การควบคุมเครื่องจักร สามารถคิดเองเชื่อมโยงกับระบบคอมพิวเตอร์และตอบสนองการทำงานได้อย่างรวดเร็วเหนือกว่ามนุษย์ เป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมใหม่อย่างสิ้นเชิงเป็นที่ทราบกันดีว่าแนวคิดดังกล่าวเกิดขึ้นในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ประเทศอุตสาหกรรมในยุโรป และสหรัฐอเมริกา รวมถึงญี่ปุ่นและเกาหลี ซึ่งประเทศเหล่านั้นมีการทำ R&D และพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อเตรียมตัวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 มาก่อนหน้านี้หลายปีแล้ว ในขณะที่อุตสาหกรรมส่วนใหญ่ของไทยยังอยู่ในระดับ 2.0 และ 3.0

## ทำไมผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องยอมรับอุตสาหกรรม 4.0

อุตสาหกรรม 4.0 เป็นนวัตกรรมดิจิทัล ที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการเชื่อมโยงเครือข่ายอัจฉริยะ ทำให้เกิดการสร้างความคุ้มค่าและยกระดับประสิทธิภาพในการผลิต ผู้ประกอบการบางรายจึงได้มีการนำความก้าวหน้าของอุตสาหกรรม 4.0 มาใช้ในระบบ โดยผู้ประกอบการที่ปรับตัวได้รวดเร็วจะมีศักยภาพและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันได้ก่อนผู้ประกอบการรายอื่นๆ ทำให้ผู้ประกอบการเหล่านั้นได้รับประโยชน์จากการแข่งขันเหนือกว่าผู้ประกอบการรายอื่นในระดับเดียวกันที่ยังไม่ได้ปรับตัว

## ข้อดีของอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

การปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4 หรืออุตสาหกรรม 4.0 เป็นการใช้ประโยชน์จากนวัตกรรม เทคโนโลยีสมัยใหม่ มาสร้างให้เกิดการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพระหว่างด้านกายภาพกับระบบดิจิทัล ตัวอย่างของอุตสาหกรรมที่ได้มีการนำกระบวนการของอุตสาหกรรม 4.0 มาใช้แล้วเกิดผลลัพธ์ที่ดี เช่น อุตสาหกรรมเหมืองแร่มีการใช้ข้อมูลด้านสุขภาพ นำมาคาดการณ์ความล้มเหลวหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ขณะที่อุตสาหกรรมการบินและยานยนต์มีการใช้หุ่นยนต์ และใช้ระบบ end-to-end digital twins มาใช้ในการเก็บข้อมูลจากระบบเซนเซอร์เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาแผนงานและกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม จึงไม่เป็นที่ประหลาดใจที่โรงงานอุตสาหกรรมที่นำระบบนี้มาใช้จะเป็นกลุ่มแรกๆ ที่ได้รับประโยชน์มากกว่าคู่แข่งจากการมีศักยภาพที่สูงกว่า โดยคนที่เริ่มก่อนก็จะเป็นผู้นำก่อน

## อุตสาหกรรม 4.0 กับอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์

สำหรับอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์จะสามารถนำระบบอุตสาหกรรม 4.0 มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิตและเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันได้อย่างไร จากแนวคิดของอุตสาหกรรม 4.0 ผู้ประกอบการสามารถนำหลักการของแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในหลากหลายรูปแบบ แต่แนวทางสำคัญๆ ของอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีผลต่ออุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ให้มีศักยภาพสูงขึ้นมี 5 ประการ ได้แก่

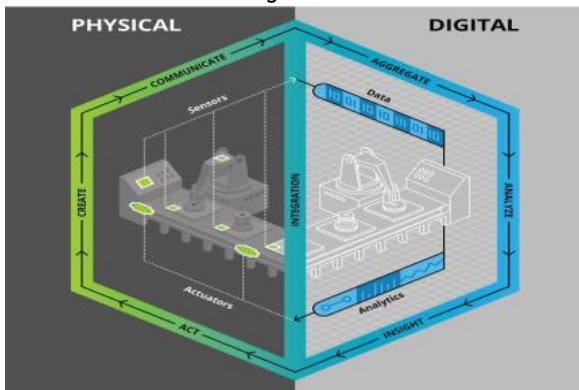
### 1. Analytics-driven predictive maintenance :

การคาดการณ์และวิเคราะห์ระยะเวลาการบำรุงรักษาจะช่วยให้ผู้ผลิตทราบระยะเวลาที่เครื่องจักรจะมีปัญหาทำให้รู้ช่วงเวลาที่จะผลิตไม่ได้ สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเสียหายด้วยการพัฒนาการจัดการประสิทธิภาพและลดค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งจะช่วยให้เจ้าหน้าที่บำรุงรักษาเครื่องจักรที่อาจจะเสียได้ถูกช่วงเวลา จะไม่มีการปล่อยให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายโดยที่ไม่รู้ตัวจนถึงกับต้องเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ ในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ ผู้ผลิตจะใช้เซนเซอร์ในการควบคุมสถานะของเครื่องจักร เช่น เครื่องวัดการสั่น อุณหภูมิ ความดัน และเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในแหล่งเก็บ (Data lakes) จากนั้นก็มีระดับที่บ่งบอกถึงค่าที่แจ้งให้รู้ว่าเครื่องจักรอาจจะมีปัญหา จากการใช้ข้อมูลที่เคยเก็บสะสมไว้เพื่อจำลองสถานการณ์และวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาดเพื่อคาดการณ์ความล้มเหลวของแต่ละเครื่องจักรที่ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ การคาดการณ์การบำรุงรักษาเครื่องจักรจะเสมือนการเพิ่มมูลค่าให้กับชิ้นส่วนที่ติดตั้งในโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ คือ gear boxes, mills, kiln ซึ่งมีราคาแพงและใช้เป็นจำนวนมากเพราะในกรณีที่ต้องมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ จะใช้เวลาในการซ่อมแซมหลายสัปดาห์ จนอาจทำให้ต้องปิดการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ ไปเลย

### 2. End-to-End Optimization via Digital Twin :

การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เป็นเรื่องที่ยากเนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไป เช่น คุณภาพของหินปูน คุณสมบัติของถ่านหิน ประเภทของน้ำมันในเตาเผา คุณภาพและต้นทุนที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ ดิจิตอลทวินจึงเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการจำลองการตั้งค่า

ภาพที่ 2 ภาพแบบจำลอง Digital Twin ของกระบวนการผลิต



ที่มา: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html>

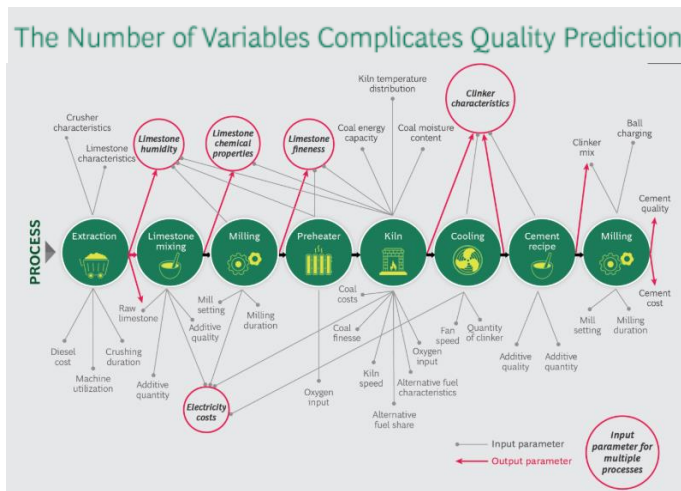
กระบวนการผลิตทั้งแบบง่ายๆ และแบบที่เคลื่อนไหว ซึ่งทำให้เกิดผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรและกระบวนการ เช่น การตรวจสอบการลดค่าใช้จ่ายให้ต่ำที่สุดว่าจะเป็นไปได้เท่าไร โดยที่ยังคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์คงเดิม กิจกรรมเหล่านี้จะก่อให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนาของผู้ควบคุม AI ซึ่งในอุตสาหกรรมซีเมนต์ที่ใช้ดิจิตอลทวินจะเริ่มจากการใช้ในขั้นตอนย่อยๆ ก่อนและเพิ่มขึ้นจนครบทุกขั้นตอน และนำมาเชื่อมโยงกับนวัตกรรม 4.0 อื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลผ่าน IoT ที่จะทำให้ผู้รับผิดชอบสามารถจะตัดสินใจอย่าง real time และสามารถปรับเปลี่ยนสิ่งต่างๆ ได้อย่างทันท่วงที

หมายเหตุ : Digital Twin ซึ่งหมายถึงการเก็บสำเนาของทรัพย์สิน สิ่งของ อาคารหรือเครื่องจักรในรูปแบบดิจิทัล Digital Twin ไม่ได้หมายถึงแค่การสร้างโมเดลจำลองของสิ่งของในแบบ 3 มิติ แต่รวมถึงการบันทึกข้อมูลสถานะทุกอย่างของของชิ้นนั้นเพื่อตรวจสอบการทำงาน เพื่อคาดการณ์ความผิดปกติล่วงหน้า เพื่อหาต้นตอของปัญหาและหลีกเลี่ยงปัญหาในอนาคต ฯลฯ Digital Twin ต้องอาศัยการติดตามเซนเซอร์จำนวนมากเพื่อให้ได้สำเนาที่ใกล้เคียงความจริงในปัจจุบันที่สุด ข้อมูลมหาศาลจากเซนเซอร์จะถูกส่งขึ้นคลาวด์เพื่อจัดเก็บและประมวลผลตามบริบทของการใช้งาน (ที่มา : Digital Twin, Panita Pongpaibool, <https://medium.com/nectec/digital-twin-887cbeb1a4b1>, Oct 15, 2017)

### 3. Predictive Quality Analytics :

การคาดการณ์การวิเคราะห์คุณภาพ เป็นโมเดลในการคาดการณ์คุณภาพของซีเมนต์แบบ real time ในจุดต่างๆ ของกระบวนการเพื่อลดค่าใช้จ่ายส่วนเกินที่ไม่จำเป็นและให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ ที่ผ่านมาเป็นเรื่องยากสำหรับโรงงานซีเมนต์ที่จะทราบค่าความแข็ง (Strength) ของซีเมนต์จนกระทั่งผ่านไป 1 และ 28 วัน ถึงจะสามารถวัดค่าได้ ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ ผู้ผลิตจะต้องลงทุนด้วยการใช้หินปูนคุณภาพสูงและใส่สารเติมแต่งต่างๆ โดยไม่สามารถวัดค่าทางกายภาพได้แบบ real time ส่วนทางเลือกอื่นๆ เช่น ผู้ผลิตจะทำการบดวัตถุดิบให้มีความละเอียดมากขึ้นเพื่อให้หินปูนซีเมนต์แข็งตัวดีขึ้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้นอกจากจะทำให้เสียค่าใช้จ่าย

ภาพที่ 3



Source : BCG analysis

สูงแล้วผู้ผลิตก็ยังไม่สามารถจะหาวิธีการอื่นที่ดีกว่าเข้ามาช่วยเพิ่มคุณภาพให้ผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 3)

เป็นเรื่องยากที่จะทราบผลกระทบในทุกๆ ขั้นตอน แต่อย่างไรก็ตาม การกระทำได้กล่าวจะเป็นส่วนช่วยให้ AI ที่ผู้ผลิตนำมาใช้ทำการเรียนรู้ระบบต่างๆ ในการเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการและคุณลักษณะของวัตถุดิบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ผลิตสามารถสร้างโมเดลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ เข้าใจในต้นเหตุของการเกิดปัญหาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตรงตามคุณภาพและการเลือกวัตถุดิบกระบวนการต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ

### 4. Alternative Fuel Optimization :

การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก/เชื้อเพลิงทดแทน การวิเคราะห์การบริโภคเชื้อเพลิงทางเลือกจะช่วยลดต้นทุนและพัฒนาแนวทางในการปรับปรุงสถานะแวดล้อมของธุรกิจปูนซีเมนต์ให้ดีขึ้น ในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์จะมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานคิดเป็น 45% หรือมากกว่าของต้นทุนการผลิตปูนซีเมนต์ทั้งหมด ซึ่งผู้ผลิตสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้กว่าครึ่งด้วยการปรับเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงทางเลือก จากข้อมูลของสามผู้นำด้านปูนซีเมนต์โลกที่ได้มีการประมาณการว่ามีการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกประมาณ 17% ของการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมทั่วโลก และถูกใช้น้อยกว่าในประเทศกำลังพัฒนา หากอุตสาหกรรมต้องการปรับเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงทางเลือกจะต้องเพิ่มการควบคุมความผันผวนของกระบวนการเนื่องจากอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์มีความไม่แน่นอนของกระบวนการทางเคมี ความซับซ้อนในบางส่วนของกระบวนการผลิต ดังนั้น การที่จะคาดการณ์ความแม่นยำของค่าความร้อนและส่วนผสมของเชื้อเพลิงให้มีความเหมาะสม และเป็นผลสำเร็จสามารถดำเนินการได้ใน 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลทางเคมีและประสิทธิภาพเตาเผาภายใต้การใช้เชื้อเพลิงที่มีการกำหนดค่าไว้
- 2) สร้างโมเดลการคาดการณ์ความร้อนด้วยการแบ่งหมวดหมู่และปริมาณของพลังงานทางเลือก เพื่อจำลองผลลัพธ์ของศักยภาพปริมาณของพลังงานที่ได้และต้นทุนที่เกิดขึ้นจากค่าเริ่มต้นที่เปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิง
- 3) ตั้งค่าชุดคำสั่งทางคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ full machine learning เพื่อคาดการณ์ปริมาณและประเภทของเชื้อเพลิงที่ต้องการเพื่อให้ได้ผลผลิตและต้นทุนที่กำหนด
- 4) ติดตั้งเครื่องจักรให้เป็น dynamic model ตลอดจนให้ทำงานเป็นเครือข่าย และยอมให้เครื่องจักรทำการปรับปรุงแบบอัตโนมัติด้วยตัวเองในการปรับเปลี่ยนส่วนผสมของเชื้อเพลิงทางเลือกในเตาเผาตามที่ต้องการให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมในต้นทุนที่กำหนด

## 5. Integrated Control Tower ICTs :

ผู้ประกอบการที่ดำเนินการในโรงงานซีเมนต์ที่เป็นโรงงานดิจิทัลจะทำการควบคุมในระยะไกลผ่านทาง หอควบคุมแบบบูรณาการ ซึ่งผู้ประกอบการปูนซีเมนต์น้อยรายที่ใช้ ICT ในการเดินสายการผลิตในปัจจุบันนอกจาก จะมีกำไรอย่างมีนัยยะสำคัญแล้วยังสามารถลดต้นทุนในการดำเนินการได้ถึง 15% มีการใช้แรงงานได้อย่างเหมาะสม ต้นทุนในการบำรุงรักษาต่ำ มีการปรับปรุงเงื่อนไขด้านความปลอดภัยและการทำงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นก็พอจะเห็นได้ว่า ผู้ประกอบการที่นำเอาแนวทางการเพิ่มศักยภาพการผลิตด้วยอุตสาหกรรม 4.0 มาใช้จะมีความได้เปรียบผู้ประกอบการรายอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ปรับตัว เช่น การเพิ่มศักยภาพในการผลิต การลดต้นทุน ที่เกิดขึ้นในสายการผลิตและต้นทุนเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิต ลดความผิดพลาดและการเกิดของเสีย เป็นต้น ในประเทศไทย ได้มีผู้ประกอบการปูนซีเมนต์บางรายได้นำแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 มาใช้บ้างแล้ว โดยนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงการผลิต และระบบในโรงงานซึ่งก็ช่วยให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดการสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักร ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ลดระดับสินค้าคงคลัง พัฒนาระบบความปลอดภัยในการทำงาน ปรับปรุงกระบวนการทำงานภายในองค์กร ฯลฯ ซึ่งผลดีที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้ประกอบการที่ยังไม่ได้ทำการปรับตัวคงต้อง หันกลับมาพิจารณาแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 มาปรับใช้เพื่อให้สามารถแข่งขันได้อีก

\*\*\*\*\*

นางสาวอัมพรพรรณ วงษ์ท่าเรือ  
กองนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา ๒  
มีนาคม ๒๕๖๒

## References

- อุตสาหกรรม 4.0 ... การปฏิวัติอุตสาหกรรมใหม่แห่งอนาคต THE NEXT INDUSTRIAL REVOLUTION, เอกสารประกอบการบรรยาย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, โดย ดร.ธนิต โสรัตน์ รองประธานสภาองค์การนายจ้างผู้ประกอบการค้าและอุตสาหกรรมไทย, วันที่ 10 สิงหาคม 2559
- Why Cement Producers Need to Embrace Industry 4.0, <https://www.bcg.com/publications/2018/why-cement-producers-need-embrace-industry-4.aspx>
- ฝาแฝดดิจิทัล (digital twin), นายวิลาศ สมิตธิฤทธา สำนักนโยบายและวิชาการกระจายเสียงโทรทัศน์, [https://broadcast.nbtc.go.th/bcj/2561/doc/2561\\_02\\_3.pdf](https://broadcast.nbtc.go.th/bcj/2561/doc/2561_02_3.pdf)
- Digital Twin, Panita Pongpailool, <https://medium.com/nectec/digital-twin-887cbeb1a4b1>, Oct 15, 2017
- ปูนซีเมนต์นครหลวง พร้อมก้าวสู่ยุค “อุตสาหกรรม 4.0” , <http://www.bangkokbiznews.com/pr/detail/35937>, 24 มกราคม 2561