



สวทช.
NSTDA

(ฉบับร่าง)

เครื่องมือชุด
ดัชนีชี้วัดอุตสาหกรรม 4.0
สำหรับประเทศไทย
(Thailand i4.0 Index)
คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับ
อุตสาหกรรมเหมืองแร่
(Mining)



สารบัญ

หน้า

บทนำ

ค

คำนิยามและความหมายของมิตีย่อย

มิติที่ 1 Production Automation

ด

มิติที่ 2 Enterprise Automation

๓

มิติที่ 3 Facility Automation

๔

มิติที่ 4 Production Network

๕

มิติที่ 5 Enterprise Network

๖

มิติที่ 6 Facility Network

๗

มิติที่ 7 Smart Production

๘

มิติที่ 8 Smart Enterprise

๙

มิติที่ 9 Smart Facility

๑๐

มิติที่ 10 Internal Integration

๑๑

มิติที่ 11 External Integration

๑๒

มิติที่ 12 Market Analysis

๑๓

มิติที่ 13 Product Life Cycle

๑๔

มิติที่ 14 Top-down Management

๑๕

มิติที่ 15 I4.0 Strategy

๑๖

มิติที่ 16 Inter-company Collaboration

๑๗

มิติที่ 17 Workforce Learning

๑๘

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างกระบวนการผลิตและการสนับสนุนการผลิตในเหมืองแร่ และโรงแต่งแร่

๑๙

ภาคผนวก ข. ตัวอย่างเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต

๒๑

ภาคผนวก ค. ตัวอย่างระบบสารสนเทศและตัวอย่างเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

๒๖

ภาคผนวก ง. ตัวอย่างการสื่อสารส่งผ่านข้อมูลระหว่างสำนักงานและสายการผลิต (หน้าเหมือง)

๓๑

ภาคผนวก จ. ตัวอย่างการบริหารจัดการวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle Management)

๓๔

บทนำ

อุตสาหกรรม ๔.๐ (Industry 4.0) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศตามแนวทาง Thailand 4.0 การเปลี่ยนแปลงนี้ได้ส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ ภาคการขนส่ง และภาคแรงงาน ตลอดจนผู้ประกอบการทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ล้วนต้องปรับตัวต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและเทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ ที่มีความจำเป็นต่ออนาคตของอุตสาหกรรมไทย ดังนั้นการยกระดับความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมจึงมีความสำคัญ และควรดำเนินการอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อให้การลงทุนมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสามารถแบ่งการดำเนินการ ได้เป็น ๓ ขั้นตอน คือ

๑) การเริ่มต้น (Initiation) เป็นการวิเคราะห์และประเมินสถานภาพปัจจุบันของผู้ประกอบการ เพื่อให้เข้าใจ สภาพปัญหา และทราบความพร้อมของตนเองในปัจจุบัน

๒) การระบุเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Solutioning) จะเป็นการวางแผน (Roadmap) การยกระดับความพร้อม และการจัดหาเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ปัญหาของผู้ประกอบการ

๓) การลงมือปฏิบัติและประยุกต์ใช้จริง (Implementation and Operation) จะเป็นการติดตั้งและ ประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี เพื่อใช้งานจริงในสถานประกอบการ ทำให้เกิดการยกระดับความพร้อมของ ภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเป็นระบบ

กระบวนการยกระดับความพร้อมนี้ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน และมีความเหมาะสมกับบริบทของอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง หลายประเทศทั่วโลกมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดความพร้อมซึ่งอาจเรียกว่า Readiness Index หรือ Maturity Index ยกตัวอย่างเช่น Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของประเทศสิงคโปร์, Industrie 4.0 Readiness Check ของประเทศเยอรมนี, Maturity Measurement of Productivity Again ของไต้หวัน, Industry4WRD Readiness Assessment ของประเทศมาเลเซีย แต่เนื่องจากบริบททางสังคมและอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศที่มีความแตกต่างกัน ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีดัชนีชี้วัดระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมเป็นของตนเอง เพื่อความสอดคล้องเหมาะสมต่อการทำงานในระบบของอุตสาหกรรมไทย และมีความเหมาะสมกับบริบทประเทศและสังคมไทยมากที่สุด นอกจากนี้การมีดัชนีชี้วัดของไทยยังเป็นการสร้างองค์ความรู้ ผู้เชี่ยวชาญภายในประเทศ ลดการพึ่งพิงระบบการประเมินของต่างประเทศ ช่วยลดความเสี่ยงของข้อมูลรั่วไหล เกิดการหมุนเวียนของเศรษฐกิจภายในประเทศ จากการเพิ่มอัตราการจ้างงานภายในประเทศ โดยมีการสร้างอาชีพที่ปรึกษา (Consultant) และผู้รับเหมาระบบ (System Integrator: SI) ให้เกิดขึ้นในประเทศไทย

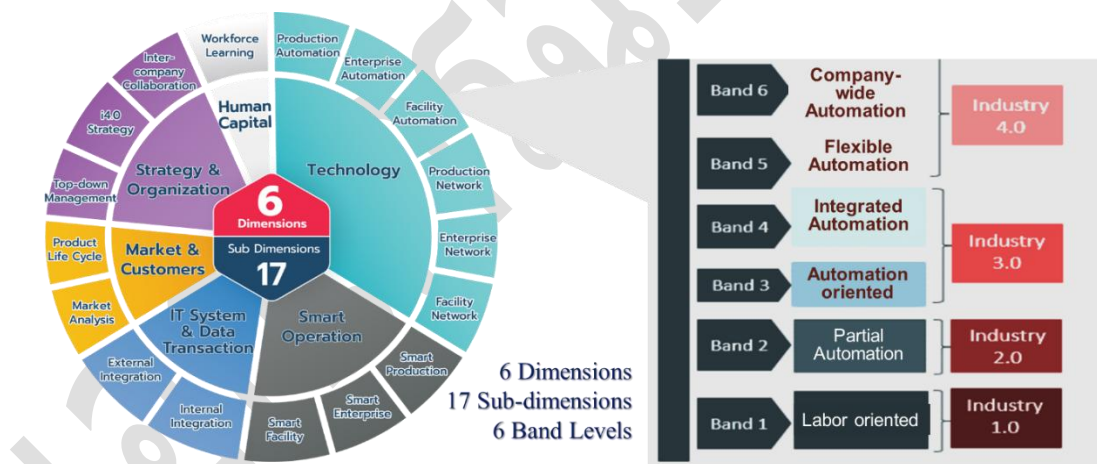
เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กล่าวมาข้างต้น ดัชนีชี้วัดระดับความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ ของประเทศไทย หรือเรียกว่า Thailand i4.0 Index (ไทยแลนด์ ไอโฟร์ อินเด็กซ์) จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อมุ่งยกระดับมาตรฐานของอุตสาหกรรมไทย โดยจะเป็นเครื่องมือสำหรับการยกระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมไทยสู่อุตสาหกรรม ๔.๐ อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นเป็นตอน โดยพิจารณาประเด็นที่สำคัญต่อการทำ Digital Transformation ของอุตสาหกรรมอย่างรอบด้านเพื่อให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมได้ทราบว่าต้องปรับปรุงองค์กรของตนในด้านใด มีการจัดลำดับความสำคัญและเป็นแนวทางในการปรับปรุงองค์กรสู่ยุคอุตสาหกรรม ๔.๐ ได้อย่างยั่งยืน

Thailand i4.0 Index เป็นที่ยอมรับในวงการอุตสาหกรรมไทย จากการที่ได้ถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสิทธิประโยชน์ของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน และได้รับการบรรจุให้เป็นรายวิชาในการฝึกอบรมนักวิเคราะห์ระบบอัตโนมัติ (System Analyst: SA) ของกระทรวงอุตสาหกรรม มีการใช้ผู้เชี่ยวชาญคนไทยฝึกอบรมให้เป็นผู้ประเมิน (Assessor) เพื่อเข้าไปช่วยประเมินความพร้อมในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ผู้ประกอบการโรงงานไทยมีค่าใช้จ่ายที่ถูกลง และขณะเดียวกันยังเป็นการสร้างอาชีพใหม่ให้กับผู้เชี่ยวชาญไทยอีกด้วย

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (กพร.) ได้เล็งเห็นถึงศักยภาพในการนำดัชนีชี้วัดระดับความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับประเทศไทย มาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจประเมินความพร้อมในการเข้าสู่อุตสาหกรรม ๔.๐

ให้แก่สถานประกอบการอุตสาหกรรมเหมืองแร่ จึงได้จัดทำเอกสารคำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่ (Mining) นี้ขึ้นโดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม ๔.๐ และผู้เชี่ยวชาญจากอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ร่วมกันปรับปรุงและพัฒนาชุดดัชนีชี้วัดอุตสาหกรรม ๔.๐ ให้มีความเหมาะสมกับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ สามารถใช้เป็นแนวทางในการยกระดับความพร้อมของสถานประกอบการ ให้เกิดการผลิตภาพและประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเหมืองแร่ในภาพรวม

การวัดระดับความพร้อมอุตสาหกรรม ๔.๐ สำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่ จะแบ่งเป็น ๑๗ มิติย่อย คือ มิติทางด้าน Production, Enterprise และ Facility ที่วัดความพร้อมทางด้านความสามารถการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automation) การเชื่อมต่อและการส่งผ่านข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย (Network) และการปฏิบัติการที่ชาญฉลาด (Smart) รวมเป็น ๙ มิติ การเชื่อมโยงข้อมูลภายในองค์กร (Internal Integration) ระหว่างระบบสำนักงาน (Information Technology: IT) และระบบควบคุมการผลิต (Operation Technology: OT) การบูรณาการข้อมูลระหว่างองค์กร (External Integration) การบริหารจัดการวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Production Life Cycle) การวิเคราะห์ลูกค้าและตลาดเป้าหมาย (Market Analysis) และส่วนที่ขาดไม่ได้เลย คือมิติการบริหารและจัดการองค์กรและบุคลากรในองค์กรอีก ๔ มิติย่อย คือ มิติทางการวางแผนนโยบายพัฒนาองค์กรให้เป็นอุตสาหกรรม ๔.๐ จากผู้บริหารสู่บุคลากรขององค์กร (Top-down Management) การวางกลยุทธ์อุตสาหกรรม ๔.๐ จากผู้บริหาร (I4.0 Strategy) การสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก (Inter-company Collaboration) และสุดท้ายการวางแผนพัฒนาบุคลากรขององค์กรเอง (Workforce Learning) และเพื่อให้การวัดระดับความพร้อมขององค์กร มีความชัดเจนเพียงพอในการพิจารณา และแต่ละมิติย่อยจะมีการกำหนดระดับความพร้อมออกเป็น ๖ ระดับ โดยสามารถไล่เรียงจากคุณลักษณะของอุตสาหกรรม ๑.๐ ถึง อุตสาหกรรม ๔.๐ ได้ดังแสดงในรูปที่ ๑



รูปที่ ๑ รายละเอียดของ ๖ มิติหลัก ๑๗ มิติย่อย และระดับความพร้อม ๖ ระดับ โดยสามารถไล่เรียงจากคุณลักษณะของอุตสาหกรรม ๑.๐ ถึง อุตสาหกรรม ๔.๐ โดยมีรายละเอียดคำนิยาม ความหมาย และคำอธิบายประกอบอยู่ภายในเอกสารฉบับนี้

ในการประเมินระดับความพร้อม จะเป็นการเปรียบเทียบนิยามความหมายของระดับความพร้อม (Band) กับคุณลักษณะที่เป็นจริงของสถานประกอบการ Case A จะเป็นกรณีที่มีความชัดเจนว่าระดับความพร้อม (Band) อยู่ในระดับใด ในกรณีที่พบคุณลักษณะไม่ครบถ้วน (Missing Values) ให้พิจารณาในระดับที่สูงขึ้น หากตรวจสอบแล้วพบคุณลักษณะครบถ้วน สามารถประเมินให้อยู่ใน Band ที่สูงได้ (Case B) หากไม่เป็นเช่นนั้นจะต้องลดระดับ



มาอยู่ใน Band ที่ต่ำกว่า (Case C) หากพบกรณี Missing Values ติดกันสองระดับ ให้ประเมินได้ในระดับที่ต่ำกว่า (Case D) โดยสามารถอธิบายได้ตามรูปที่ ๒

	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6	Result
Case A	Yes	Yes	No	No	No	No	Band 2
Case B	Yes	Missing Values	Yes	No	No	No	Band 3
Case C	Yes	Missing Values	No	No	No	No	Band 1
Case D	Yes	Missing Values	Missing Values	No	No	No	Band 2

รูปที่ ๒ แสดงหลักการพิจารณาค่าระดับความพร้อม

๑. Production Automation – พิจารณาเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน หรือเฝ้าติดตามสถานะของเครื่องจักร/อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์ โดยการพิจารณาแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือ **๑. กระบวนการผลิต (Production Processes)** คือ กระบวนการและขั้นตอนที่เกิดการแปรรูปวัตถุดิบแร่ เป็น WIP (Work in Process) จนเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Finished Goods) เช่น กระบวนการเจาะรูระเบิด กระบวนการระเบิดหน้าเหมือง กระบวนการขุดตักหน้าเหมือง และการโม่บดและแต่งแร่ เป็นต้น และ **๒. กระบวนการสนับสนุนการผลิต (Support Processes)** กระบวนการและขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบแร่/WIP (Work in Process)/ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Finished Goods) แต่ไม่ส่งผลโดยตรงกับการแปรรูปวัตถุดิบ/WIP (Work in Process)/ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Finished Goods) เช่น การตรวจสอบคุณภาพ (สำรวจเก็บตัวอย่างหน้างานและวิเคราะห์แร่-เฉพาะเหมือง) การสต็อกแร่การขนถ่าย/บรรจุแร่ เป็นต้นโดยแบ่งเป็น ๑.๑ เหมืองแร่-เหมืองหิน (ก.กระบวนการเจาะรูระเบิด-ถ้ามี ข.กระบวนการระเบิดหน้าเหมือง-ถ้ามี ค.กระบวนการขุดตักที่หน้าเหมือง ง.กระบวนการขนส่งจากหน้าเหมือง) และ ๑.๒ โรงแต่งแร่-โรงโม่หิน (ก.กระบวนการรับแร่ป้อนและนำออก เช่น ยุ่งและอุโมงค์ ข.กระบวนการขนถ่ายแร่ เช่น สายพานลำเลียง ค.กระบวนการโม่บดย่อยแร่แบบใช้และไม่ใช้น้ำ ง. กระบวนการคัดขนาดแร่แบบใช้และไม่ใช้น้ำ จ.กระบวนการล้างแร่ ฉ.กระบวนการแยกแร่ ช.กระบวนการสุดท้าย เช่น กรองและอบแร่ เป็นต้น) โดยสามารถดูรายละเอียดตัวอย่างกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตในเหมืองแร่-เหมืองหินได้ในภาคผนวก ก. ระบบอัตโนมัติ (Automation) หมายถึงระบบ/เครื่องจักรที่ไม่ต้องใช้พนักงานในการควบคุมการทำงาน เครื่องจักรสามารถทำงานได้ด้วยตนเองโดยสมบูรณ์ โดยพนักงานทำหน้าที่เพียงบำรุงรักษา เปิดหรือปิดเครื่องจักรขณะเริ่มทำงานเท่านั้น เช่น รถบรรทุกขนแร่ไร้คนขับ หรือระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น

ระบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automation) หมายถึงระบบ/เครื่องจักรซึ่งต้องใช้พนักงานควบคุมอยู่ที่เครื่องจักร แต่พนักงานทำหน้าที่เพียงเริ่มต้นและสิ้นสุดกระบวนการทำงานเท่านั้น โดยระบบควบคุมของเครื่องจักรสามารถควบคุมขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ เช่น รถเจาะรูระเบิดซึ่งสามารถตั้งค่าความลึกและองศาความเอียงของหลุมได้ พนักงานทำหน้าที่เพียงกดปุ่มสั่งเริ่มเจาะและรถเจาะรูระเบิดจะทำงานตามค่าที่ตั้งไว้ได้เองโดยพนักงานไม่ต้องควบคุมหัวเจาะตลอดเวลา หรือโดรนบินเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศซึ่งสามารถบินตามเส้นทางที่กำหนดไว้ได้โดยอัตโนมัติ พนักงานทำหน้าที่เพียงควบคุมการขึ้นบินและลงจอด และรวมถึงกระบวนการควบคุมการทำงานในเหมืองแบบระยะไกล (Teleoperation) ที่พนักงานทำการควบคุมรถ อุปกรณ์และเครื่องจักรกลในเหมือง ผ่านระบบทางไกลโดยใช้ซอฟต์แวร์ในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานและจบการทำงาน โดยที่คนจะเข้าไปดูการทำงานในกรณีที่เกิดปัญหาเท่านั้น เป็นต้น

การใช้แรงงานคน หมายถึงการใช้พนักงานทำงาน หรือใช้เครื่องจักรซึ่งต้องถูกควบคุมโดยพนักงานตลอดเวลา เช่น รถบรรทุกหรือรถขุดซึ่งต้องใช้พนักงานควบคุม และรวมถึงกระบวนการควบคุมการทำงานในเหมืองแบบระยะไกล (Remote Control) ที่พนักงานทำการควบคุมรถ อุปกรณ์และเครื่องจักรกลในเหมือง ผ่านระบบทางไกลโดยคนจะเข้าไปดูการทำงานและควบคุมการทำงานตลอดระยะเวลาในการทำงานของรถ อุปกรณ์และเครื่องจักรกลในเหมือง เป็นต้น

หมายเหตุ ๑) เหมืองแร่ที่ไม่ใช้วัตถุระเบิด จะไม่มีข้อ ๑.๑ ก. และ ข.

๒) โรงโม่หิน จะไม่มีข้อ ๑.๒ ฉ. และ ช.

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Labour oriented	กระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตไม่ได้เป็นระบบอัตโนมัติ หรือมีระบบกึ่งอัตโนมัติ/อัตโนมัติ น้อยกว่า 20% ของกระบวนการผลิตทั้งหมด	กระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตดำเนินการโดยใช้แรงงานคนเป็นหลักมากกว่า 80% โดยตัวอย่างกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตสามารถดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ก.
2 Partial automation	กระบวนการผลิตเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ/อัตโนมัติ มากกว่า 20% แต่ไม่เกิน 80% กระบวนการสนับสนุนการผลิตไม่ได้เป็นระบบอัตโนมัติ	กระบวนการผลิตถูกควบคุมโดยอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ เช่น ใช้เครื่องจักรแบบ Semi-automation /Automation เป็นส่วนน้อย และยังมีเครื่องจักรที่ต้องใช้แรงงานคนในการควบคุมเป็นหลัก รวมถึงกระบวนการสนับสนุนการผลิตยังต้องใช้แรงงานคนในการควบคุมทั้งหมด
3 Automation oriented	กระบวนการผลิตมากกว่า 80% เป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ/อัตโนมัติ กระบวนการสนับสนุนการผลิตเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ/อัตโนมัติมากกว่า 20%	กระบวนการผลิตส่วนใหญ่ ดำเนินการด้วยตัวเครื่องจักรเองตามโปรแกรมที่ติดตั้งไว้ พนักงานทำหน้าที่เลือกโปรแกรม สั่งเริ่ม-หยุดกระบวนการและเข้าไปจัดการกรณีที่เกิดเหตุขัดข้อง กระบวนการสนับสนุนการผลิตเริ่มมีการใช้ระบบอัตโนมัติ
4 Automation line	กระบวนการผลิตมากกว่า 80% เป็นระบบอัตโนมัติ กระบวนการสนับสนุนการผลิตมากกว่า 80% เป็นระบบอัตโนมัติ	กระบวนการผลิตส่วนใหญ่ ดำเนินการด้วยตัวเครื่องจักรเองตามโปรแกรมที่ติดตั้งไว้ พนักงานทำหน้าที่เลือกโปรแกรม สั่งเริ่ม-หยุดกระบวนการและเข้าไปจัดการกรณีที่เกิดเหตุขัดข้อง กระบวนการสนับสนุนการผลิตส่วนใหญ่ใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุม
5 Flexible automation	กระบวนการผลิตเป็นระบบอัตโนมัติมากกว่า 80% โดยเป็นระบบที่รองรับการผลิตแบบ Mass Customization กระบวนการสนับสนุนการผลิตมากกว่า 80% เป็นระบบอัตโนมัติ	กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการปรับแต่งหรือกำหนดค่าใหม่ให้อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ได้อัตโนมัติเพื่อให้สายการผลิตมีความสามารถรองรับการผลิตแบบ Mass Customization และกระบวนการสนับสนุนการผลิตส่วนใหญ่เป็นระบบอัตโนมัติ หมายเหตุ การผลิตแบบ Mass Customization คือ การผลิตจำนวนมาก ๆ แต่สินค้าแต่ละชิ้นที่ผลิตสามารถถูกปรับเปลี่ยนให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าแต่ละรายได้ เช่น การผลิตมือถือ 3 รุ่นพร้อมกันในสายการผลิตเดียวกัน โดยสามารถเลือกสีของมือถือแต่ละรุ่นได้ตามความต้องการของลูกค้าได้ด้วย เป็นต้น
6 Company-wide automation	กระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตนั้น เชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับ Platforms ของระบบอัตโนมัติระดับองค์กร และระบบอัตโนมัติของ Facility ทำให้เกิดเป็นโครงข่ายอัจฉริยะ (Autonomous Networks)	ระบบอัตโนมัติทั้ง 3 ส่วนหลักในองค์กร ซึ่งได้แก่ ส่วนการผลิต (Production) ส่วนสำนักงาน (Enterprise) และ ส่วนสาธารณูปโภค (Facility) สามารถแลกเปลี่ยนเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อทำงานร่วมกันได้ เช่น เมื่อเครื่องจักรในสายการผลิตชำรุด เครื่องจักรสามารถสื่อสารไปยังระบบสำนักงานเพื่อระบบสำนักงานปรับปรุงแผนการผลิตโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ยังสามารถส่งมอบสินค้าที่มีมูลค่าสูงสุดได้ตามกำหนด และระบบสำนักงานสามารถส่งแผนการผลิตที่ปรับปรุงแล้วไปยังเครื่องจักรให้เครื่องจักรที่เหลืออยู่สามารถปรับเปลี่ยนแผนการทำงานได้โดยอัตโนมัติทั้งกระบวนการ เป็นต้น นอกจากนี้ระบบสาธารณูปโภคยังสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการผลิตให้มีค่าที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติ เช่น ปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตที่ปรับเปลี่ยนไป เป็นต้น

๒. Enterprise Automation – พิจารณาเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมวิธีการทำงาน หรือเฝ้าติดตามกระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการ ซึ่งได้แก่ การตลาด การขาย วางแผนการผลิตระยะสั้นก่อนส่งให้ฝ่ายผลิต (รวมถึงการรังวัดภูมิประเทศทางอากาศและพื้นดิน เพื่อการออกแบบเหมืองและการวางแผนเจาะรูระเบิด สำหรับเหมือง) การจัดหาวัตถุดิบ การจัดซื้อ การจัดการคลัง การเงินและบัญชี การจัดการทรัพยากรบุคคล

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Labour oriented	กระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการไม่ได้เป็นระบบอัตโนมัติ หรือมีระบบอัตโนมัติน้อยกว่า 20% ของกระบวนการทั้งหมด	กระบวนการบริหารและธุรการดำเนินการโดยใช้คนเป็นหลักมากกว่า 80% เช่น ใช้การบันทึกในกระดาษหรือสมุด คำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข หรือโปรแกรม MS Excel เป็นต้น
2 Partial automation	กระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการมีความเป็นระบบอัตโนมัติมากกว่า 20% แต่ไม่เกิน 80%	กระบวนการบริหารและธุรการดำเนินการโดยใช้คนเป็นหลัก โดยใช้โปรแกรมหรือโมดูลเพื่อจัดการด้านบัญชี คลัง วางแผนผลิต ขายและจัดส่ง เป็นต้น
3 Automation oriented	กระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการมากกว่า 80% ทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ	มีการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศเพื่อจัดการกระบวนการบริหารและธุรการเป็นหลัก
4 Integrated automation	กระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการมากกว่า 80% เป็นระบบอัตโนมัติ โดยที่การส่งต่อข้อมูลระหว่างโมดูลเป็นไปโดยอัตโนมัติหากเข้าตามเงื่อนไขของโปรแกรม	มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโมดูลในระบบสารสนเทศ และสามารถดำเนินการตามฟังก์ชันงานที่กำหนดไว้ได้แบบอัตโนมัติ กรณีระบบมีการแจ้งความผิดปกติ ยังต้องให้พนักงานเป็นผู้ตัดสินใจเพื่อดำเนินการกับความผิดปกตินั้น
5 Flexible automation	กระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการเป็นระบบอัตโนมัติมากกว่า 80% และโดยที่ระบบมีความยืดหยุ่นให้กับผู้ใช้งาน	โครงสร้างระบบสารสนเทศถูกออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขให้เหมาะสมกับความต้องการได้โดยง่ายและรวดเร็ว เช่น การปรับขั้นตอนการทำงาน (Flow) เดิมหรือการเพิ่มโมดูลใหม่ โดยไม่กระทบโครงสร้างเดิม
6 Company-wide automation	กระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการนั้น เชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับ Platforms ของระบบอัตโนมัติระดับ Shop Floor และระบบอัตโนมัติของ Facility ทำให้เกิดเป็นโครงข่ายอัจฉริยะ (Autonomous Networks)	ระบบอัตโนมัติทั้ง 3 ส่วนหลักในองค์กร ซึ่งได้แก่ ส่วนการผลิต (Production) ส่วนสำนักงาน (Enterprise) และ ส่วนสาธารณูปโภค (Facility) และระบบอัตโนมัติทั้ง 3 ในองค์กร สามารถแลกเปลี่ยนเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อทำงานร่วมกันได้ เช่น ระบบการผลิตได้รับข้อมูลเพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการเลือกเครื่องจักรในระบบผลิตและสามารถส่งข้อมูลไปยังฝ่ายสนับสนุนการผลิตได้ทันที เป็นต้น

๓. Facility Automation – พิจารณาเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมหรือเฝ้าติดตามการทำงานของระบบ/เครื่องจักร/อุปกรณ์ ดูแลสถานที่/อาคาร/สาธารณูปโภค/ความปลอดภัย/สิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจขององค์กร เทคโนโลยีในกลุ่มนี้ เช่น ระบบจัดการอาชีวอนามัย (ระบายอากาศ แสงสว่าง กันเสียง) ระบบจัดการความปลอดภัย (อาคาร เชื้อเพลิง วัตถุระเบิด ดับเพลิง) ระบบสาธารณูปโภค (น้ำใช้ ไฟฟ้า พลังงาน) งานโยธา-ธรณีเทคนิค (พัฒนาและบำรุงรักษาเส้นทาง เสถียรภาพของพื้นที่-เฉพาะเหมือง) งานซ่อมบำรุงเครื่องจักร ระบบสูบและระบายน้ำหน้างาน-เฉพาะเหมือง และระบบจัดการสิ่งแวดล้อม (การป้องกันและบำบัดคุณภาพ-น้ำ อากาศของแข็งที่เป็นของเสีย การติดตามตรวจวัด) เป็นต้น โดยสามารถดูรายละเอียดตัวอย่างกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตในเหมืองแร่-เหมืองหินได้ในภาคผนวก ค. ระบบสาธารณูปโภคและตัวอย่างเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

(Facility Automation, Facility Network และ Smart Facility)

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Labour oriented	Facility ขององค์กรไม่ได้ทำงานหรือถูกควบคุมแบบอัตโนมัติ	สาธารณูปโภค (Facility) ขององค์กรถูกควบคุมการทำงานโดยพนักงานเป็นหลัก หรือมีระบบอัตโนมัติใช้ไม่น้อยกว่า 20% ของกระบวนการทั้งหมด
2 Partial automation	Facility ขององค์กรมากกว่า 20% แต่ไม่เกิน 80% ถูกควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ (ครอบคลุมทั้งการควบคุมด้วยทางกล ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบคอมพิวเตอร์)	องค์กรเริ่มเอาระบบอัตโนมัติมาใช้ควบคุมการทำงานของสาธารณูปโภค (Facility) โดยระบบอัตโนมัติยังเป็นลักษณะที่พนักงานต้องสั่งเริ่มต้น-สิ้นสุดการทำงาน เช่น ระบบปรับอากาศ/ระบายอากาศกลาง
3 Automation oriented	Facility ขององค์กรมากกว่า 80% ถูกควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ	สาธารณูปโภค (Facility) ขององค์กรเกือบทั้งหมดถูกควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ โดยระบบอัตโนมัตินั้นยังแยกแพลตฟอร์มกันอยู่
4 Integrated automation	Facility ขององค์กรทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ โดยไม่มีการแทรกแซงจากพนักงาน	สาธารณูปโภค (Facility) ขององค์กรดำเนินการแบบอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ระหว่างระบบต่าง ๆ เช่น ระบบ Building Automation System (BAS) ที่จัดการระบบสาธารณูปโภค (อุณหภูมิ แสง การใช้พลังงาน น้ำ) ระบบดูแลและควบคุมความปลอดภัย ฯลฯ ให้อยู่บนแพลตฟอร์มเดียวกัน หรือมีการส่งต่อการทำงานระหว่างแพลตฟอร์มได้โดยสะดวก
5 Flexible automation	ระบบอัตโนมัติที่จัดการ Facility ขององค์กรนั้น สามารถปรับเปลี่ยนได้	สาธารณูปโภค (Facility) ที่มีคุณสมบัติรองรับการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานและอุปกรณ์ ได้โดยให้ผู้ใช้งานทั่วไป สามารถควบคุม จัดการ หรือปรับเปลี่ยนระบบต่าง ๆ ได้ง่ายโดยใช้ผ่านเครื่องมือบนหน้าจอ หรือ User Interface (UI) เช่น การลากและวาง (Drag and Drop) สาธารณูปโภค มีเขียนสั่งการทำงาน (Script) ของสาธารณูปโภคในระบบการจัดการระบบสาธารณูปโภค โดยไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญภายนอกเข้ามาช่วยในการปรับเปลี่ยน เป็นต้น
6 Company-wide automation	ระบบอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของ Facility นั้น เชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแพลตฟอร์ม ของระบบอัตโนมัติระดับ Shop Floor และระบบอัตโนมัติระดับ Enterprise ทำให้เกิดเป็นโครงข่ายอัจฉริยะ (Autonomous Networks)	ระบบอัตโนมัติทั้ง 3 ส่วนหลักในองค์กร ซึ่งได้แก่ ส่วนการผลิต (Production) ส่วนสำนักงาน(Enterprise) และ ส่วนสาธารณูปโภค (Facility) สามารถแลกเปลี่ยนเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อทำงานร่วมกันได้ เช่น เมื่อเครื่องจักรในสายการผลิตชำรุด เครื่องจักรสามารถสื่อสารไปยังระบบสำนักงานเพื่อระบบสำนักงานปรับปรุงแผนการผลิตโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ยังสามารถส่งมอบสินค้าที่มีมูลค่าสูงสุดได้ตามกำหนด และระบบสำนักงานสามารถส่งแผนการผลิตที่ปรับปรุงแล้วไปยังเครื่องจักรให้เครื่องจักรที่เหลือยู่สามารถปรับเปลี่ยนแผนการทำงานได้โดยอัตโนมัติทั้งกระบวนการ เป็นต้น นอกจากนี้ระบบสาธารณูปโภคยังสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการผลิตให้มีค่าที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติ เช่น ปรับอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตที่ปรับเปลี่ยนไป เป็นต้น

๔. Production Network – พิจารณาที่ความสามารถในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องจักร/อุปกรณ์/เครื่องมือ/โครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแร่ การแต่งแร่ เช่น การสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักรเองในพื้นที่หน้าเหมืองหรือโรงแต่งแร่หรือโรงโม่หิน หรือระหว่างเครื่องจักรกับห้องควบคุมหรือห้องศูนย์กลางควบคุมการปฏิบัติการและรวมถึงการส่งผ่านข้อมูลผ่านตัวตรวจจับข้อมูลอัตโนมัติ (Sensors) เท่านั้น โดยไม่ผ่านและอาศัยพนักงานในการใช้อุปกรณ์สื่อสารส่งผ่านข้อมูลนั้น เป็นต้น

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Stand-alone machines	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตขององค์กรไม่ได้เชื่อมต่อกับโครงข่าย	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตนั้นไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือทำงานเชื่อมต่อกับโครงข่าย เช่น เครื่องจักรที่ทำงานได้ด้วยตนเองโดยไม่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น (Stand-Alone) เป็นต้น
2 Machine-network communication	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิต ขององค์กรเชื่อมต่อกับโครงข่ายกลางได้	มีโครงข่ายกลางในการเชื่อมโยงข้อมูลอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต แต่ อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้อย่างจำกัด เช่น สื่อสารกันได้เฉพาะยี่ห้อเดียวกัน หรือต้องมีการแปลงไฟล์โดยพนักงานก่อน เป็นต้น
3 Machine-Machine communication	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิต ขององค์กร สามารถทำงานร่วมกันได้โดยตรงผ่านรูปแบบเทคโนโลยีและโปรโตคอลการสื่อสารที่หลากหลาย	มีโครงข่ายกลางที่เชื่อมโยงข้อมูลอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต ให้สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้หลากหลายแพลตฟอร์ม ยี่ห้อ โปรโตคอล รุ่น เวอร์ชัน หรือฟอร์แมตข้อมูล
4 Real-time communication	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิต ขององค์กร มีความสามารถในการสื่อสารแบบ Real-time ระหว่างกันได้	มีโครงข่ายที่อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์สามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล และทำงานเชื่อมต่อกันภายในโครงข่ายได้แบบทันที (Real-Time) เช่น เมื่อเครื่องจักรกลึงชิ้นงานเสร็จ สามารถส่งข้อมูลไปบอกหุ่นยนต์เพื่อนำชิ้นงานออกจากเครื่องกลึงได้ทันที เป็นต้น
5 Secured Network	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิต ขององค์กรสามารถทำงานร่วมกันได้แบบ Real-time และระบบมีความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล (Cyber Security)	มีระบบรักษาความปลอดภัยที่เข้มงวดและตอบสนองต่อการถูกโจมตีด้านความปลอดภัยได้อย่างเหมาะสม มีการจำกัดสิทธิ์ให้บุคคลที่ได้รับอนุญาตในการเข้าถึงโครงข่ายเพื่อจัดการอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิต เฉพาะส่วนที่ตนเองรับผิดชอบ
6 Easy change and duplicate	สามารถตั้งค่าระบบ เพิ่มจำนวนอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตให้ทำงานร่วมกันได้โดยง่าย (Scalable)	ระบบโครงข่ายกลางที่ควบคุมข้อมูลการผลิตและข้อมูลสนับสนุนการผลิต สามารถเชื่อมโยงและรองรับการขยายตัวตามปริมาณการใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

๕. Enterprise Network – พิจารณาที่ความสามารถในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์/เครื่องมือ/ระบบคอมพิวเตอร์/โครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการ การวางแผนผลิตแร่ในระยะสั้น เป็นต้น

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Stand-alone devices	อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในงานด้านบริหารและธุรการ ขององค์กรไม่ได้เชื่อมต่อกับโครงข่าย	อุปกรณ์ และระบบคอมพิวเตอร์ในงานบริหารและธุรการไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน หรือ เป็นแบบ Stand-Alone
2 Device-network communication	อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในงานด้านบริหารและธุรการ ขององค์กรรองรับการเชื่อมต่อกับโครงข่ายกลางได้	มีโครงข่ายกลางในการเชื่อมโยงข้อมูลอุปกรณ์ และระบบคอมพิวเตอร์ ด้านบริหารและธุรการ แต่อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้อย่างจำกัด เช่น มีโปรแกรมการคำนวณค่าจ้าง และข้อมูลการเข้างานของพนักงานจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ อยู่ในเครือข่ายกลาง แต่ข้อมูลยังไม่สามารถส่งระหว่างกันได้
3 Device-Device communication	อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในงานด้านบริหารและธุรการ ขององค์กร สามารถทำงานร่วมกันได้ผ่านรูปแบบเทคโนโลยีและโปรโตคอลการสื่อสารที่หลากหลาย	มีโครงข่ายกลางที่เชื่อมโยงข้อมูลอุปกรณ์ และระบบคอมพิวเตอร์ ด้านบริหารและธุรการ ที่สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านยี่ห้อ โปรโตคอล รุ่น เวอร์ชัน ฟอแมตข้อมูล หรือข้ามแผนกได้ เช่น สามารถดึงข้อมูลจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ และจากอุปกรณ์อื่นๆ เข้าสู่โปรแกรมคำนวณค่าจ้างได้โดยไม่ต้องแปลงข้อมูล
4 Real-time communication	อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในงานด้านบริหารและธุรการขององค์กร มีความสามารถในการสื่อสารแบบ Real-time ระหว่างกันได้	มีโครงข่ายที่อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์สามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล และทำงานเชื่อมต่อกันภายในโครงข่ายได้แบบทันที (Real-Time)
5 Secured Network	อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในงานด้านบริหารและธุรการ ขององค์กรสามารถทำงานร่วมกันได้แบบ Real-time และระบบมีความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล (Cyber Security)	มีระบบรักษาความปลอดภัยที่เข้มงวดและตอบสนองต่อการถูกโจมตีด้านความปลอดภัยได้อย่างเหมาะสม มีการจำกัดสิทธิ์ให้บุคคลที่ได้รับอนุญาตในการเข้าถึงโครงข่ายเพื่อจัดการอุปกรณ์ และระบบคอมพิวเตอร์ในกระบวนการบริหารและธุรการเฉพาะส่วนที่ตนเองรับผิดชอบ
6 Easy change and duplicate	สามารถตั้งค่าระบบ เพิ่มจำนวนอุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในงานด้านบริหารและธุรการ ในโครงข่ายได้โดยง่าย (Scalable)	ระบบโครงข่ายที่ควบคุม อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในงานด้านบริหารและธุรการ สามารถรองรับการขยายตัวตามปริมาณการใช้งาน ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เช่น ระบบ Enterprise Resource Planning (ERP) บนระบบคลาวด์ (หน่วยประมวลผล พื้นที่จัดเก็บข้อมูล และซอฟต์แวร์ผ่านอินเทอร์เน็ตแทนที่จะต้องติดตั้งและจัดการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง)

**Dimension
Technology**
**Sub Dimension
Facility Network**
VI

๖. Facility Network – พิจารณาที่ความสามารถในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์/เครื่องจักร/ระบบคอมพิวเตอร์/โครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการดูแลสถานที่/อาคาร/สาธารณูปโภค/ความปลอดภัย/สิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจขององค์กร

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Stand-alone equipments	Facilities ขององค์กรไม่ได้เชื่อมต่อกับโครงข่าย	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมระบบสาธารณูปโภค (Facility) ไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน หรือเป็นแบบ Stand-Alone
2 Equipment - network communication	Facilities ขององค์กรเชื่อมต่อกับโครงข่ายกลางได้	มีโครงข่ายกลางในการเชื่อมโยงข้อมูลอุปกรณ์ เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ ที่ควบคุมระบบสาธารณูปโภค (Facility) แต่อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้โดยตรง เช่น ข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ/ระบายอากาศแต่ละเครื่องอยู่ในเครือข่ายกลาง แต่ข้อมูลยังไม่สามารถส่งระหว่างกันหรือระหว่างระบบได้
3 Equipment-equipment communication	Facilities ขององค์กร สามารถทำงานร่วมกันได้ผ่านรูปแบบเทคโนโลยีและโปรโตคอลการสื่อสารที่หลากหลาย	อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านยี่ห้อ โปรโตคอล รุ่น เวอร์ชัน ฟอรัมมาตรฐาน หรือข้ามระบบได้ เป็นต้น
4 Real-time communication	Facilities ขององค์กร มีความสามารถในการสื่อสารแบบ Real-time ระหว่างกันได้	มีโครงข่ายที่อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์สามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล และทำงานเชื่อมต่อกันภายในโครงข่าย เช่น มีระบบ Dashboard ที่แสดงสถานะของสาธารณูปโภค (Facility) ต่าง ๆ ได้แบบทันที (Real-Time)
5 Secured Network	Facilities ขององค์กรสามารถทำงานร่วมกันได้แบบ Real-time และระบบมีความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล (Cyber Security)	มีระบบรักษาความปลอดภัยที่เข้มงวดและตอบสนองต่อการถูกโจมตีด้านความปลอดภัยได้อย่างเหมาะสม มีการจำกัดสิทธิ์ให้บุคคลที่ได้รับอนุญาตในการเข้าถึงโครงข่ายเพื่อจัดการอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์เฉพาะส่วนที่ตนเองรับผิดชอบ
6 Easy change and duplicate	สามารถตั้งค่าระบบเพิ่มจำนวน Facilities ในโครงข่ายได้โดยง่าย (Scalable)	ระบบโครงข่ายที่ควบคุมสาธารณูปโภค (Facility) สามารถรองรับการขยายตัวตามปริมาณการใช้งาน ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เช่น ระบบจัดการสาธารณูปโภค (Facility) บนระบบคลาวด์ เป็นต้น

๗. Smart Production คือ พิจารณากระบวนการในการรวบรวมและใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้จากเครื่องจักร/อุปกรณ์/เครื่องมือในกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต เพื่อนำไปวิเคราะห์และตัดสินใจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินธุรกิจ โดยที่ Information Technology (IT) : คือเทคโนโลยีระบบสารสนเทศซึ่งใช้เป็นปกติในสำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นต้น และ Operational Technology (OT) : คือเทคโนโลยีสำหรับควบคุมระบบหรือเครื่องจักรที่ใช้ในสายการผลิต เช่น Programmable Logic Controller (PLC) เป็นต้น

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเมืองแร่
1 Analog oriented	ในกระบวนการผลิต ไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ OT และ IT เลย	อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ไม่ได้เป็นเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์หรือดิจิทัล
2 Pre-programable system	ในกระบวนการผลิต มีระบบ OT และ IT ใช้ในการทำงาน แต่เป็นระบบแบบ Pre-Program เท่านั้น	อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ระบบคอมพิวเตอร์สามารถดำเนินการได้ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ล่วงหน้า (Pre-Program) โดยไม่มีความสามารถในการตรวจจับความผิดปกติของการทำงานได้
3 Notifiable system	ในกระบวนการผลิต มีระบบ OT และ IT ใช้ในการทำงาน โดยเป็นระบบที่มีความสามารถในการตรวจจับความผิดปกติและแจ้งเตือนผู้รับผิดชอบได้	อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ระบบคอมพิวเตอร์สามารถตรวจจับการดำเนินงานที่เบี่ยงเบนหรือผิดปกติไปจากค่าที่กำหนดไว้และแจ้งเตือนพนักงานให้ทราบได้ทันที
4 Analytical system	ในกระบวนการผลิต มีระบบ OT และ IT ใช้ในการทำงาน โดยระบบสามารถตรวจจับความผิดปกติแจ้งเตือนและสามารถวินิจฉัยสาเหตุของความผิดปกติได้	อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ระบบคอมพิวเตอร์สามารถตรวจจับการดำเนินงานที่เบี่ยงเบนหรือผิดปกติไปจากค่าที่กำหนดไว้และแจ้งเตือนพนักงานให้ทราบได้ทันที รวมถึงสามารถวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหรือความผิดปกติได้
5 Precaution enabled system	ระบบ OT และ IT มีความสามารถในการคาดการณ์สถานะที่กำลังจะเกิดขึ้นกับ อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้ล่วงหน้า ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย	อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ สามารถตรวจจับการดำเนินงานที่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้ และนำมาประมวลผลร่วมกับข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น แล้วแจ้งเตือนให้พนักงานทราบล่วงหน้า พร้อมสาเหตุของปัญหาที่ควรระวัง เช่น ระบบสามารถคาดการณ์อายุการใช้งานมอเตอร์ที่เหลือนอกจากสภาพการทำงานจริงของเครื่องจักร เป็นต้น
6 Forecastable and adaptable system	ระบบ OT และ IT สามารถวินิจฉัยสาเหตุและคาดการณ์สถานะที่กำลังจะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า โดยอาศัย Machine Learning รวมทั้งสามารถตัดสินใจปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์บางอย่างได้เอง	อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ สามารถคาดการณ์และวินิจฉัยสถานะเบี่ยงเบนที่จะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนปัจจัย (Parameters) การทำงานให้กลับสู่สถานะที่เหมาะสมที่สุดได้ด้วยตัวเอง

๘. Smart Enterprise คือ พิจารณากระบวนการในการรวบรวมและใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์/เครื่องมือ/ระบบคอมพิวเตอร์/โครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการดำเนินงานบริหารและธุรการ เพื่อนำไปวิเคราะห์และตัดสินใจเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินธุรกิจ

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Analog oriented	งานด้านการบริหารและธุรการยังใช้กระดาษเป็นส่วนใหญ่หรือเริ่มใช้ระบบ IT ขั้นพื้นฐานน้อยกว่า 20% ของกระบวนการทั้งหมด	งานด้านการบริหารและธุรการดำเนินการโดยใช้คนในการจัดบันทึกหรือเริ่มใช้โปรแกรม MS Excel บ้าง
2 General software	มีการติดตั้งใช้งานระบบ IT สำเร็จรูปเพื่อใช้ในการบริหารและธุรการขององค์กร	งานด้านการบริหารและธุรการส่วนใหญ่ดำเนินการโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป เช่น MS Office เป็นต้น
3 Notifiable system	งานด้านการบริหารและธุรการเป็นระบบที่มีความสามารถในการตรวจจับความผิดปกติและแจ้งเตือนผู้รับผิดชอบได้	ใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในงานบริหารและธุรการและมีการแจ้งเตือนเมื่อมีการทำงานผิดปกติหรือแตกต่างจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้ เช่น ระบบแจ้งเตือน แจ้งจำนวนใบแจ้งหนี้ที่ไม่ได้รับการชำระภายในเวลาที่กำหนด เป็นต้น
4 Analytical system	งานด้านการบริหารและธุรการเป็นระบบที่สามารถตรวจจับความผิดปกติ แจ้งเตือนและสามารถวินิจฉัยสาเหตุของความผิดปกติได้	ใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในงานบริหารและธุรการและมีการแจ้งเตือนเมื่อมีการทำงานผิดปกติหรือแตกต่างจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้และสามารถระบุสาเหตุที่ผิดปกติได้ เช่น การแจ้งเตือน (Alert) ต้นทุนที่สูงขึ้นมาจากราคาวัตถุดิบที่สูงขึ้นแบบผิดปกติ เป็นต้น
5 Precaution enabled system	งานด้านการบริหารและธุรการเป็นระบบที่มีความสามารถในการคาดการณ์สถานะที่กำลังจะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย	ใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในงานบริหารและธุรการ โดยมีความสามารถในการแจ้งเตือนให้ผู้รับผิดชอบทราบล่วงหน้า เมื่อมีแนวโน้มในการดำเนินงานผิดไปจากแผน และระบุสาเหตุได้ เช่น การแจ้งเตือน (Alert) เมื่อโครงการมีแนวโน้มที่จะส่งมอบไม่ได้ตามแผน เนื่องจากใช้เวลาดำเนินงานล่าช้า เป็นต้น
6 Forecastable and adaptable system	งานด้านการบริหารและธุรการมีระบบงานที่สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัย Data Analytic เพื่อช่วยในการคาดการณ์ และตัดสินใจปรับเปลี่ยนนโยบายที่เหมาะสมได้	ใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในงานบริหารและธุรการโดยมีความสามารถในการวิเคราะห์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้น รวมถึงเลือกการปฏิบัติงานที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อองค์กรมากที่สุดได้ เช่น ระบบช่วยวิเคราะห์แนวโน้มของตลาดเพื่อปรับแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการ (Demand) ของตลาด

๙. Smart Facility คือ พิจารณาระบบการในการรวบรวมและใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์/เครื่องจักร/ระบบคอมพิวเตอร์ / โครงข่ายที่ใช้ในกระบวนการดูแลสถานที่/อาคาร/สาธารณูปโภค/ความปลอดภัย/สิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปวิเคราะห์และตัดสินใจเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินธุรกิจ

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Analog oriented	ไม่มีการนำระบบทั้ง OT และ IT มาใช้ในการจัดการดูแล Facility ขององค์กร	ระบบ Facility ถูกควบคุมเปิดปิดและเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์โดยผู้คนเป็นหลัก
2 Pre-programable system	มีระบบ OT และ IT ใช้ในการจัดการดูแล อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบ Facilities แต่เป็นระบบแบบ pre-program เท่านั้น	ระบบ Facility ถูกควบคุมโดยผู้คนในการเปิดปิด แต่สามารถดำเนินการได้ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ล่วงหน้า (Pre-Program) สามารถแจ้งเตือนได้ในพื้นที่ใช้งาน เช่น ระบบควบคุมแสงสว่างเปิดไฟอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งไว้ หรือตรวจพบการเคลื่อนไหว เป็นต้น
3 Notifiable system	ระบบ OT & IT ที่ใช้ในการจัดการดูแล อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบ Facilities นั้น มีความสามารถในการตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้	ระบบ Facility สามารถตรวจการดำเนินงานที่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้และแจ้งเตือนผู้รับผิดชอบได้ทันที เช่น ผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ เป็นต้น
4 Analytical system	ระบบ OT & IT ที่ใช้ในการจัดการดูแล อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบ Facilities นั้น มีความสามารถในการตรวจจับความผิดปกติ และสามารถวินิจฉัยสาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ	ระบบ Facility สามารถตรวจการดำเนินงานที่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้และแจ้งเตือนผู้รับผิดชอบได้ทันที รวมถึงสามารถวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้เกิดความผิดปกติได้ เช่น ระบบทำความเย็นตรวจจับได้ว่าใช้เวลาทำความเย็นนานกว่าปกติเนื่องจากระดับน้ำยาแอร์ต่ำ เป็นต้น
5 Precaution enabled system	ระบบ OT & IT ที่ใช้ในการจัดการดูแล อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบ Facilities นั้น มีความสามารถในการคาดการณ์สถานะในอนาคตของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ	ระบบ Facility สามารถตรวจการดำเนินงานที่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้ นำมาประมวลผลร่วมกับข้อมูลเชิงสถิติเพื่อคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นและแจ้งเตือนพนักงานให้ทราบได้ทันที เช่น ระบบทำความเย็นพยากรณ์การใช้พลังงานที่สูงขึ้นจากภาระระบบระบายความร้อนที่เริ่มเสื่อมสภาพ แล้วแจ้งให้พนักงานทราบ เป็นต้น
6 Forecastable and adaptable system	ระบบ OT & IT ที่ใช้ในการจัดการดูแล อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบ Facilities นั้น มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนวิธีการหรือเงื่อนไขการทำงานบางอย่างได้เองโดยอัตโนมัติเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงาน หรือการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด	ระบบ Facility สามารถคาดการณ์และวินิจฉัยสถานะเบี่ยงเบนที่จะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า รวมถึงสามารถปรับเปลี่ยนเข้าสู่การทำงานในสถานะที่เหมาะสมที่สุดได้เอง เช่น เมื่อระบบระบายความร้อนเริ่มเสื่อมสภาพ ระบบควบคุมการทำความเย็นจะปรับแต่ง ค่าต่าง ๆ ให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติ เป็นต้น

๑๐. Internal Integration คือ พิจารณาการบูรณาการใช้และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างลำดับชั้นภายในองค์กร (OT and IT) เชื่อมต่อกันในโครงข่าย ซึ่งจะทำให้การเก็บ/วิเคราะห์/ประมวลผลข้อมูลมีประสิทธิภาพ การดำเนินการตัดสินใจมีความยืดหยุ่นและอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลจริงและเป็นปัจจุบัน สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การรังวัดหน้าเหมืองและส่งข้อมูลในการจัดส่งแผนระยะสั้นให้ฝ่ายผลิต และการสื่อสารของพนักงานในองค์กร โดยรายละเอียดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างสำนักงานและสายการผลิต (หรือหน้าเหมือง) สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ง. การสื่อสารส่งผ่านข้อมูลระหว่างสำนักงานและสายการผลิต (หน้าเหมือง) (Internal Integration)

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Individual-oriented	ยังไม่มีข้อกำหนดกระบวนการ/วิธีการเพื่อบูรณาการภายในองค์กรอย่างชัดเจน ไม่มีคู่มือปฏิบัติงาน เป็นการทำงานที่อาศัยทักษะความเชี่ยวชาญเฉพาะบุคคล	กระบวนการด้านบริหารและธุรการ และกระบวนการผลิต ดำเนินการแยกกันเป็นอิสระต่อกัน (In Silos) การทำงานส่วนใหญ่ดำเนินการโดยพนักงานที่อาศัยทักษะความเชี่ยวชาญเฉพาะบุคคล
2 Formal procedure	มีการกำหนดกระบวนการ/วิธีการเพื่อบูรณาการภายในองค์กรที่ชัดเจน และกระบวนการ/วิธีการดังกล่าวดำเนินการโดยพนักงาน โดยที่มีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบอนาล็อก เช่น fax, email, files (.doc, .pdf, .jpeg, .tiff เป็นต้น) มาช่วยในการทำงาน	กระบวนการด้านบริหารและธุรการ และกระบวนการผลิต ดำเนินการแยกกันเป็นอิสระต่อกัน (In Silos) โดยที่การทำงานส่วนใหญ่ดำเนินการโดยพนักงานและดำเนินการตามขั้นตอนการทำงาน (Instructions) และคู่มือปฏิบัติงานที่กำหนดไว้
3 Separate IT software	มีการกำหนดกระบวนการ/วิธีการเพื่อบูรณาการภายในองค์กรที่ชัดเจน และกระบวนการ/วิธีการดังกล่าวดำเนินการโดยพนักงาน โดยที่มีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัล (เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัล เช่น CAD/CAE/CAM, FE, ระบบ MRP/ERP) มาช่วยในการทำงาน ?อธิบาย	กระบวนการด้านบริหารและธุรการ และกระบวนการผลิต ดำเนินการแยกกันเป็นอิสระต่อกัน (In Silos) โดยมีการใช้ระบบ IT หรือซอฟต์แวร์เฉพาะทางสำหรับการบริหารจัดการงานในสำนักงานโดยเฉพาะ ในการจัดการงานในสำนักงานซึ่งต้องสื่อสารกับสายการผลิต (เช่น ซอฟต์แวร์วางแผนการผลิต เป็นต้น) และมีการใช้ระบบ OT ในการจัดการด้านกระบวนการผลิตหน้างานซึ่งต้องสื่อสารกับสำนักงาน เช่น อุปกรณ์บันทึกค่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร (OEE) เป็นต้น
4 Sharing	กระบวนการและระบบภายในองค์กร ดำเนินการในรูปแบบดิจิทัล และเริ่มถูกบูรณาการระหว่างลำดับชั้นภายในองค์กร	ระบบ IT ที่ใช้ในการจัดการด้านบริหารและธุรการ และระบบ OT ที่ใช้ในการจัดการด้านกระบวนการผลิต มีการเชื่อมต่อกัน เพื่อเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูล สถานะต่าง ๆ ของกระบวนการ โดยใช้ตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ (ตามโปรแกรมที่ตั้ง/ออกแบบไว้) เชื่อมโยงข้อมูลมากกว่า 20%
5 Integrated planning and implementation	กระบวนการและระบบภายในองค์กร ถูกบูรณาการให้ทำงานร่วมกันได้แบบอัตโนมัติ แต่การกำกับดูแลบางส่วนยังคงต้องอาศัยพนักงานอยู่	ระบบ IT ที่ใช้ในการจัดการด้านบริหารและธุรการ และระบบ OT ที่ใช้ในการจัดการด้านกระบวนการผลิต มีการเชื่อมต่อกัน เพื่อเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูล สถานะต่าง ๆ ของกระบวนการ โดยใช้ตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ (ตามโปรแกรมที่ตั้ง/ออกแบบไว้) โดยใช้หลักการ 80:20 ในการประเมิน คือ ใช้ตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์เชื่อมโยงข้อมูลได้มากกว่า 80%
6 Optimisation	กระบวนการและระบบภายในองค์กร ถูกบูรณาการให้ทำงานร่วมกันได้แบบระบบอัจฉริยะ ในลักษณะที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบอย่างต่อเนื่อง (actively) และมีการดำเนินการ/สั่งการอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการตัดสินใจดำเนินการจากการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น	ระบบ IT และ OT สามารถทำงานร่วมกันได้ตั้งแต่ต้นจนจบ (End-to-End) โดยระบบมีความสามารถในการปรับแต่งกระบวนการให้อยู่ในจุดที่เหมาะสม (Optimized) โดยการใช้ข้อมูลเชิงลึก (Insights) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ

๑๑. External Integration คือ พิจารณาการบูรณาการใช้และแลกเปลี่ยนข้อมูลในระดับขององค์กร กับองค์กรในห่วงโซ่มูลค่า (IT ↔ IT ↔ IT) กระบวนการระดับองค์กร หมายถึง การรับคำสั่งซื้อ การวางแผนการผลิต การจัดซื้อ การจัดหาและโลจิสติกส์ และบริการหลังการขาย ในขณะที่องค์กรในห่วงโซ่มูลค่านั้นหมายถึง ซัพพลายเออร์ พันธมิตรทางธุรกิจ และลูกค้า เช่น ข้อมูลของคำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าสามารถส่งผ่านมายังระบบขององค์กรได้โดยตรง โดยไม่ใช้คนในการช่วยส่งผ่านข้อมูลมายังองค์กร และข้อมูลคำสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ขององค์กรสามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังระบบของผู้จัดจำหน่ายและพันธมิตรขององค์กร โดยไม่ใช้คนหรือพนักงานขององค์กรช่วยส่งผ่านข้อมูลไปยังผู้จัดจำหน่ายและพันธมิตรขององค์กร เป็นต้น

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Individual-oriented	ยังไม่ได้กำหนดกระบวนการ/วิธีการในการบูรณาการกับองค์กรในห่วงโซ่มูลค่าไว้อย่างชัดเจน	กระบวนการไม่มีระบบหรือวิธีการทำงานที่กำหนดไว้ เป็นลักษณะทำงานโดยอาศัยทักษะ ความจำ ความชำนาญส่วนบุคคล
2 Formal procedure	มีการกำหนดกระบวนการ/วิธีการเพื่อบูรณาการกับองค์กรในห่วงโซ่มูลค่า และกระบวนการ/วิธีการดังกล่าวดำเนินการโดยบุคคล โดยที่มีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบอนาล็อกมาช่วยในการทำงาน	กระบวนการด้านการบริหารและธุรการระหว่างองค์กร ดำเนินการตามวิธีการทำงาน (Instructions) ที่กำหนดไว้ และดำเนินการแยกกัน เป็นอิสระต่อกัน (การทำงานส่วนใหญ่ยังใช้คนในการช่วยส่งผ่านข้อมูล)
3 Separate IT software	มีการกำหนดกระบวนการ/วิธีการเพื่อบูรณาการกับองค์กรในห่วงโซ่มูลค่า และกระบวนการ/วิธีการดังกล่าวดำเนินการโดยบุคคล โดยที่มีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัลมาช่วยในการทำงาน	มีการใช้ระบบ IT เพื่อจัดการกระบวนการด้านการบริหารและธุรการ แต่เป็นระบบ IT ที่ดำเนินการแยกกันเป็นอิสระต่อกัน (In Silos) กับระบบ IT ขององค์กรในห่วงโซ่มูลค่า
4 Sharing	กระบวนการ/วิธีการเพื่อบูรณาการกับองค์กรในห่วงโซ่มูลค่า ดำเนินการในแบบดิจิทัลที่เชื่อมต่อกันได้อย่างดีตลอดห่วงโซ่มูลค่า	ระบบ IT ที่จัดการกระบวนการด้านการบริหารและธุรการ เชื่อมต่อกับระบบ IT ขององค์กรในห่วงโซ่มูลค่า อย่างไรก็ตามการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสถานะต่าง ๆ ของกระบวนการระหว่าง IT และ IT นั้นยังต้องดำเนินการหรือจัดการโดยพนักงานเป็นส่วนใหญ่
5 Integrated management and operation	กระบวนการและระบบในห่วงโซ่มูลค่าถูกบูรณาการให้ทำงานร่วมกันได้แบบอัตโนมัติโดยมีการแทรกแซงของพนักงานอย่างจำกัด	ระบบ IT ที่จัดการกระบวนการด้านการบริหารและธุรการ เชื่อมต่อกันเป็นอย่างดีกับระบบ IT ขององค์กรในห่วงโซ่มูลค่า การเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข้อมูลและสถานะต่าง ๆ ของกระบวนการระหว่างระบบ โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลเหล่านั้นส่วนใหญ่ (80:20) ดำเนินการเองโดยตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์
6 Optimisation	กระบวนการและระบบในห่วงโซ่มูลค่าถูกบูรณาการให้ทำงานร่วมกันได้ในลักษณะที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบอย่างต่อเนื่อง (actively) และมีการดำเนินการ/ตัดสินใจบางอย่างโดยระบบซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น	ระบบ IT ขององค์กรและ Stakeholders สามารถทำงานร่วมกันได้ตั้งแต่ต้นจนจบ (End-to-End) โดยระบบ IT ขององค์กรมีความสามารถในการปรับแต่งกระบวนการให้อยู่ในจุดที่เหมาะสม (Optimized) โดยการใช้ข้อมูลเชิงลึก (Insights) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ

Dimension
Market & Customers
Sub Dimension
Market Analysis
XII

๑๒. Market Analysis คือ กระบวนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตลาดและกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เช่น เป็นใคร (ประเภทกิจการ ขนาด ความต้องการ ฯลฯ) ขนาดตลาด ความสามารถในการซื้อ ลักษณะการใช้ประโยชน์แร่ เป็นต้น เพื่อนำมากำหนดกลยุทธ์ทางธุรกิจและเป็นปัจจัยหลักในการรักษาความสามารถในการแข่งขันขององค์กร เทคโนโลยีในยุค Industry 4.0 ก่อให้เกิดการยกระดับกระบวนการให้ได้มาซึ่งข้อมูลพฤติกรรมผู้ซื้อ การใช้เทคโนโลยี Data/Big Data Analytics (ส่งผลต่อความรวดเร็วในการประมวลผลและความถูกต้องของข้อมูลเชิงลึกของลูกค้า)

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Individual-oriented	ใช้ประสบการณ์ของพนักงานในการคาดการณ์ลักษณะความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย	ข้อมูลมาจากประสบการณ์ของพนักงานขาย ไม่สามารถทวนสอบความถูกต้องได้ ไม่ได้เก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลที่จะนำไปใช้วิเคราะห์ต่อได้
2 Formal procedure	มีกระบวนการที่ชัดเจนในการให้ได้มาซึ่งความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย แต่ยังเป็นเทคนิคที่ conventional และข้อมูลยังจัดเก็บในรูปแบบของกระดาษ (non-electronic format)	การจ้างหน่วยงานภายนอกทำวิจัยตลาด โดยยังใช้เทคนิคแบบเดิม (Conventional) หรือการที่บริษัทให้ลูกค้าตอบแบบสอบถามส่งมาทางแฟกซ์ หรืออีเมล Conventional Technic เช่น การทำแบบสอบถาม (Face to Face Interview) การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก การประชุม Focus Group การวิจัยแบบลงมือปฏิบัติ (Action Research) การสังเกตพฤติกรรม (Observation) เป็นต้น
3 Digital record	มีกระบวนการ/ช่องทาง ที่ชัดเจนในการให้ได้มาซึ่งความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ข้อมูลถูกจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัล	ใช้เทคนิคแบบดิจิทัล เช่น แบบสำรวจออนไลน์ หรือ Web Analytics Tools ต่าง ๆ ได้แก่ Google Analytics, Adobe Analytics, Facebook เป็นต้น โดยข้อมูลของลูกค้าที่หลากหลายรูปแบบและอยู่กระจัดกระจาย ยังไม่ได้ถูกส่งมายังระบบเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติ แต่ยังคงให้ลูกค้าหรือพนักงานทำการป้อนข้อมูล
4 Automated data collection	มีวิธีการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความต้องการ/พฤติกรรมของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย โดยข้อมูลสามารถ feed in มาแบบอัตโนมัติและต่อเนื่อง	มีระบบที่สามารถค้นหาและสแกน ข้อมูลใน Web เป้าหมายเป็นระยะ ๆ เช่น ระบบ Social Monitoring เป็นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เชื่อมโยงกับกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ข้อมูลที่ได้อาจยังเป็น Unstructured Data และการวิเคราะห์เชิงลึกหรือการแปลผลยังต้องดำเนินการโดยคน
5 Analytic	มีระบบที่มีความสามารถในการแปลงข้อมูลของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เป็นข้อมูลเชิงลึก (insights) ที่สำคัญสำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคโนโลยีกลุ่ม AI, Data/Big Data Analytic เป็นต้นในการวิเคราะห์	มีการใช้ระบบที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ Data/Big data เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก (Insights) ของผู้บริโภค โดยการวิเคราะห์นั้นดำเนินการโดยระบบแบบอัตโนมัติ มีการแทรกแซงของคนอย่างจำกัด
6 Predictive	มีความสามารถแปลงข้อมูลเชิงลึก (insights) ที่สำคัญสำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคโนโลยีกลุ่ม AI, Big Data Analytic เป็นต้นในการวิเคราะห์	มีการใช้ระบบที่สามารถวิเคราะห์ Data/Big data เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก (Insights) ของผู้บริโภค รวมทั้งสามารถให้คำแนะนำเบื้องต้นที่เป็นประโยชน์ต่อการวางกลยุทธ์ของผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยการวิเคราะห์นั้นดำเนินการโดยระบบแบบอัตโนมัติ หรือมีการแทรกแซงของคนอย่างจำกัด

๑๓. Product Life Cycle คือ พิจารณากระบวนการในการดูแล/จัดการ/อัปเดต/การเข้าถึงและการป้องกันข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์และการผลิต ครอบคลุมขั้นตอนตั้งแต่ การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่-สำรวจแร่ (ปริมาณสำรองและคุณภาพทั้งแหล่ง) การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (ออกแบบวางแผนหลักของเหมือง-โรงแต่งแร่/โรงโม่หิน ปริมาณผลิตและคุณภาพแร่ ในระยะยาว การพัฒนาเหมือง) การสร้างต้นแบบทางวิศวกรรม (ผลิต-แต่งแร่/โม่ย่อยหิน) การออกแบบกระบวนการผลิต การทดลองผลิต เริ่มการผลิต การส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า การบริการหลังการขาย ตลอดจนการยุติการผลิต/จำหน่ายผลิตภัณฑ์ (แผนปิดเหมืองและฟื้นฟูพื้นที่-เฉพาะเหมือง)โดยสามารถดูตัวอย่างกระบวนการบริหารจัดการวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์และตัวอย่างเทคโนโลยีที่ใช้ได้ใน

ภาคผนวก จ. การบริหารจัดการวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle Management)

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Individual oriented	ยังไม่มีกำหนดกระบวนการหรือวิธีการในการจัดการ Product Life Cycle ที่ชัดเจน และไม่มีคู่มือปฏิบัติงาน	กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ Product Life Cycle ส่วนใหญ่ดำเนินการแยกกันเป็นอิสระต่อกัน (In Silos) ในฝ่ายที่รับผิดชอบ โดยอาศัยทักษะ ความจำ ความชำนาญส่วนบุคคล ไม่มีขั้นตอนการทำงาน (Instructions) ที่ระบุวิธีการทำงานอย่างชัดเจน การประสานงานข้ามฝ่ายมีเท่าที่จำเป็น หรือเมื่อมีปัญหาที่ต้องแก้ไขร่วมกัน
2 Formal procedure	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานและกระบวนการดำเนินการต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle อย่างชัดเจน และกระบวนการ/วิธีการดังกล่าวดำเนินการโดยพนักงาน โดยที่มีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบอนาล็อก มาช่วยในการทำงาน	กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ Product Life Cycle นั้น ส่วนใหญ่ยังดำเนินการแยกกันเป็นอิสระต่อกัน (In Silos) ในฝ่ายที่รับผิดชอบ แต่มีขั้นตอนการทำงาน (Instruction) ที่ระบุวิธีการทำงานอย่างชัดเจน และมีการนำเครื่องมือหรืออุปกรณ์ แบบอนาล็อกมาช่วยในการดำเนินงาน
3 Digital record	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานและกระบวนการดำเนินการต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle อย่างชัดเจน และกระบวนการ/วิธีการดังกล่าวดำเนินการโดยพนักงาน โดยที่มีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัล มาช่วยในการทำงาน	กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ Product Life Cycle นั้น ส่วนใหญ่ยังดำเนินการแยกกันเป็นอิสระต่อกัน (In Silos) แต่มีขั้นตอนการทำงาน (Instruction) ที่ระบุวิธีการทำงานอย่างชัดเจน และมีการนำเครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัลมาช่วยในการดำเนินงาน
4 Integrated data	กระบวนการและระบบต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle นั้น มีการเชื่อมโยงข้อมูลตลอดทุกขั้นตอนในรูปแบบดิจิทัล	เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัลและระบบที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle นั้น มีการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมถึงสถานะต่าง ๆ ของกระบวนการ ด้วยตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ (ตามโปรแกรมที่ตั้ง/ออกแบบไว้) มากกว่า 20%
5 Automated	กระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle นั้น ถูกบูรณาการให้ทำงานร่วมกันได้แบบอัตโนมัติ แต่การกำกับดูแลบางส่วนยังคงต้องอาศัยพนักงานอยู่	เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัลและระบบที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle นั้น มีการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมถึงสถานะต่าง ๆ ของกระบวนการ ด้วยตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ (ตามโปรแกรมที่ตั้ง/ออกแบบไว้) โดยใช้หลักการ 80:20 ในการประเมิน นั่นคือ ใช้ตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ เชื่อมโยงข้อมูลได้มากกว่า 80%
6 Intelligent	กระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle นั้น ถูกบูรณาการให้ทำงานร่วมกันได้แบบระบบอัจฉริยะ ในลักษณะที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบอย่างต่อเนื่อง (actively) และมีความสามารถในการตัดสินใจดำเนินการบางอย่างในระบบได้อย่างอัตโนมัติ	เครื่องมือหรืออุปกรณ์แบบดิจิทัลและระบบที่ใช้ในการจัดการ Product Life Cycle นั้น มีการเชื่อมโยงข้อมูลกันเป็นอย่างดีและสามารถทำงานร่วมกันได้ตั้งแต่ต้นจนจบ (End-to-End) โดยระบบมีความสามารถในการปรับแต่งกระบวนการให้อยู่ในจุดที่เหมาะสม (Optimized) โดยการใช้ข้อมูลเชิงลึก (Insights) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ และมีความสามารถในการตัดสินใจดำเนินการบางอย่าง (Take Action) ได้ตามเงื่อนไขในโปรแกรม เช่น การแจ้งเตือนความผิดปกติ การแจ้งเตือนพร้อมคำแนะนำในการแก้ไขการปรับแก้โดยมีรายงานแจ้งให้ทราบ เป็นต้น

๑๔. Top-down Management คือ การพิจารณาความพร้อมของคณะผู้บริหารองค์กรทุกระดับ ในความเข้าใจและความสามารถในการประยุกต์ใช้แนวความคิดอุตสาหกรรม 4.0 มาเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กร เพื่อให้องค์กรบรรลุเป้าหมายในการยกระดับความพร้อมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ได้เป็นผลสำเร็จ

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเมืองแร่
1 Informal communication	ผู้บริหารมีการสื่อสารนโยบาย วิสัยทัศน์ ในการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 ผ่านช่องทางที่ไม่เป็นทางการ และวิธีการที่ไม่มีแบบแผน	ผู้บริหารสื่อสารสร้างความตระหนักแก่พนักงาน การรับนโยบายไปดำเนินการเป็นไปตามความสมัครใจ และไม่มีการจัดบันทึก
2 Systematic communication	ผู้บริหารมีการสื่อสารนโยบาย วิสัยทัศน์ ในการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 ผ่านช่องทางที่เป็นทางการ	ผู้บริหารมีการกำหนดช่องทางและวิธีการในการสื่อสารอย่างมีแบบแผน และมีการจัดบันทึก
3 Formal planning	ผู้บริหารผลักดันให้เกิดการนำนโยบาย วิสัยทัศน์ ไปสู่การปฏิบัติจริง โดยมีการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่มุ่งขับเคลื่อนองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 อย่างต่อเนื่อง	ผู้บริหารมีการมอบหมายงานอย่างเป็นทางการ มีการจัดทำ Roadmap
4 Outsource implementation	ผู้บริหารขับเคลื่อนการยกระดับองค์กรโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญภายนอกเป็นผู้ดำเนินการให้เป็นหลัก-(implement เองได้บางส่วน)	ผู้บริหารมีความเข้าใจในหลักการของ อุตสาหกรรม 4.0 เป็นอย่างดี แต่ยังจำเป็นต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญภายนอกองค์กรในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในองค์กร และมีการดำเนินงานอย่างน้อย 1 แผนงาน
5 Self-implementation	ผู้บริหารขับเคลื่อนการยกระดับองค์กรได้เอง โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญภายนอกเป็นเพียงที่ปรึกษา (ทำเองได้เกือบหมด)	ผู้บริหารมีความเข้าใจในหลักการของ อุตสาหกรรม 4.0 เป็นอย่างดี สามารถขยายผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในองค์กรออกไปได้หลายด้าน
6 Industrial transformation	ผู้บริหารขับเคลื่อนการยกระดับองค์กรได้เองโดยสามารถปรับเปลี่ยนแผนงานให้สอดคล้องกับการสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง และตอบสนองต่อแนวโน้มหรือทิศทางของเทคโนโลยีสมัยใหม่ (ทำเองได้ และผู้นำใน อุตสาหกรรมได้)	ผู้บริหารสามารถขยายผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในองค์กรอย่างมีพลวัต มีความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ในการพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่อง และเท่าทันการพัฒนาต่อยอดของ อุตสาหกรรม 4.0 ในอนาคตได้ (สร้างเทคโนโลยีได้เอง และ ผู้นำการใช้เทคโนโลยี อุตสาหกรรมได้)

๑๕. I4.0 Strategy คือ การพิจารณาการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายระยะยาวขององค์กรในการปรับตัวสู่อุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งอาจหมายถึงการจัดลำดับความสำคัญในด้านที่จำเป็นต้องเร่งดำเนินการ การจัดทำแผนที่นำทางสำหรับการยกระดับความพร้อมขององค์กร การพัฒนาระบบและกลไกการบริหารจัดการภายในองค์กร กระบวนการและการดำเนินการต่าง ๆ ที่จะทำให้อิสรภาพขององค์กรเปลี่ยนเป็นผลลัพธ์ทางธุรกิจได้อย่างเป็นรูปธรรม

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Analog-oriented	ไม่มีแผนยุทธศาสตร์ในการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0	ไม่มียุทธศาสตร์ด้านการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 อยู่ในแผนใด ๆ ขององค์กรทั้งในปัจจุบันและอนาคต
2 Clear vision	มีแผนยุทธศาสตร์ในการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 ที่เป็นแผนระดับองค์กรหรือหน่วยธุรกิจย่อยในองค์กร	มียุทธศาสตร์ในการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งอาจระบุไว้ในแผนยุทธศาสตร์ขององค์กรในปัจจุบัน หรือมีแผนว่าจะระบุในอนาคต
3 Systematic planning	อยู่ในระหว่างการจัดทำแผนปฏิบัติการตามแผนยุทธศาสตร์ในการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 หรือแผนปฏิบัติการฯ จัดทำแล้วเสร็จ โดยมีทีมงานที่ได้รับมอบหมายเป็นการเฉพาะ	แผนยุทธศาสตร์องค์กรในระยะยาว เพื่อการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 อยู่ในระหว่างการจัดทำหรือจัดทำแล้วเสร็จ
4 Partial deployment	มีการดำเนินการตามแผนปฏิบัติการฯ อย่างน้อย 1 แผนงาน	แผนยุทธศาสตร์องค์กรในระยะยาว เพื่อการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 ได้รับการผลักดันไปสู่การปฏิบัติจริง
5 Transformation	มีการดำเนินการตามแผนปฏิบัติการฯ เพิ่มเติม มากกว่า 1 แผนงาน	แผนยุทธศาสตร์องค์กรในระยะยาว เพื่อการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 มีการขยายผลไปสู่แผนขององค์กรในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
6 Reformation	มีการขยายขอบเขตการดำเนินการตามแผนปฏิบัติการฯ อย่างกว้างขวาง และปรับเปลี่ยนได้ตามพลวัตของธุรกิจ	แผนยุทธศาสตร์องค์กรในระยะยาว เพื่อการยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0 มีการทบทวนและปรับเปลี่ยนเพื่อรองรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ พลวัตของธุรกิจ และกฎระเบียบต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

๑๖. Inter-company Collaboration คือ การพิจารณากระบวนการทำงานร่วมกับพันธมิตรภายนอกอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ร่วมกัน มีผลการศึกษามากพบว่าการทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดระหว่างบริษัท/องค์กร มีผลดีต่อการสร้างนวัตกรรมทั้งนวัตกรรมเชิงปฏิบัติ (Revolutionary Improvement) และเชิงวิวัฒนาการ นวัตกรรมจากความร่วมมือกันถือเป็นกลไกขององค์กรที่มีความทันสมัย คล่องตัว ช่วยสร้างความสามารถขององค์กรในการบุกเบิกความคิดใหม่ ๆ ที่มีความสุดขีดได้ และยังเป็นกลไกที่ช่วยให้องค์กรตลอดห่วงโซ่คุณค่าได้มีส่วนร่วมในการทำให้เกิดโมเดลธุรกิจรูปแบบใหม่ๆ

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Independent	ไม่มีการสื่อสาร/การแบ่งปันข้อมูล กับองค์กรภายนอกในห่วงโซ่คุณค่า	ไม่มีการสื่อสาร/การแบ่งปันข้อมูล กับองค์กรภายนอกในห่วงโซ่คุณค่าในเรื่องที่เกี่ยวกับการปรับปรุง พัฒนา หรือนวัตกรรม
2 Informal sharing	มีการสื่อสาร และ/หรือแบ่งปันข้อมูลระหว่างองค์กร แบบไม่เป็นทางการ	มีช่องทางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับองค์กรภายนอก แต่ไม่ได้เกิดขึ้นในรูปแบบของโครงการที่เป็นกิจลักษณะ
3 Sharing by projects	มีการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กรในรูปแบบโครงการ (one-off projects)	ทีมงานได้รับมอบหมายหรือมีความรับผิดชอบอย่างเป็นทางการในการทำงานร่วมกับองค์กรภายนอกในรูปแบบโครงการ One-Off หรือโครงการระยะสั้น อาจเป็นโครงการเพื่อแก้ปัญหาด้านคุณภาพทั่วไป
4 Flexible R&D collaboration	มีการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กรในรูปแบบการให้ความร่วมมือในการพัฒนาสิ่งซึ่งเป็น common interests ขององค์กรภายใต้ความร่วมมือ	ทีมงานได้รับมอบหมายหรือมีความรับผิดชอบอย่างเป็นทางการในการทำงานและให้ความร่วมมือกับองค์กรภายนอกในโครงการพัฒนาร่วมกัน เช่น พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาและความสามารถของบุคลากรในองค์กร รวมถึงทรัพยากรต่างในด้านต่างๆ ที่มากกว่าการทำโครงการแบบครั้งเดียวสำเร็จ (One-Off) และทีมอาจได้รับมอบอำนาจในการแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนข้อระเบียบขององค์กรบางประการเพื่อลดอุปสรรคในการร่วมมือกันทำงานในโครงการ หรือโครงการร่วมมือระหว่างองค์กร โดยทำ MOU (Memo Of Understanding) ระยะยาว เช่น ใช้ระยะเวลา 3-5 ปี และแบ่งเป็น Phases เป็นต้น
5 R&D partnership	มีการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กรในลักษณะเป็นพันธมิตรร่วมดำเนินโครงการพัฒนา	องค์กรมีการร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสิ่งใหม่ ๆ โดยจะร่วมกันรับความเสี่ยง ความรับผิดชอบ และผลสำเร็จ ทีมได้รับมอบอำนาจในการแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนข้อระเบียบขององค์กรบางประการเพื่อลดอุปสรรคในการร่วมมือกันทำงานในโครงการ
6 Business partnership	มีการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กรในลักษณะเป็นพันธมิตรร่วมดำเนินธุรกิจ	องค์กรมีการร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดเพื่อพัฒนาธุรกิจให้เติบโตไปด้วยกัน โดยจะร่วมกันรับความเสี่ยง ความรับผิดชอบ และผลสำเร็จ ทีมได้รับมอบอำนาจในการแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนข้อระเบียบขององค์กรบางประการเพื่อลดอุปสรรคในการร่วมมือกันทำงาน

๑๗ .Workforce Learning คือ การพิจารณากระบวนการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะ ชีตความสามารถของบุคลากร เพื่อให้องค์กรมุ่งสู่ความเป็นเลิศ

Band	นิยาม	คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่
1 Non-systematic	การดูแลการพัฒนาพนักงานเป็นไปอย่างไม่เป็นทางการ ไม่มีระบบ	ไม่มีหลักสูตรหรือโปรแกรมในการพัฒนาพนักงานที่ชัดเจน ทั้งพนักงานใหม่และพนักงานปัจจุบัน ไม่มีวิธีการ Orientation ปฐมนิเทศ (ด้านเทคโนโลยีหรือการใช้งานอุปกรณ์) ให้กับพนักงานใหม่อย่างเป็นระบบ เน้นเป็นการสอนพนักงาน/ฝึกงาน ไม่มีแผนหลักสูตรการพัฒนาพนักงานในแต่ละตำแหน่งงาน
2 Formal manual	มีการกำหนดหลักสูตร/โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพนักงาน	มีกำหนดหัวข้อหลักสูตรในการพัฒนาพนักงานในแต่ละตำแหน่งงาน โดยที่หลักสูตรส่วนใหญ่ยังเกี่ยวข้องกับทักษะสำหรับตำแหน่งและความรับผิดชอบในปัจจุบัน
3 Individual career path	มีการกำหนดหลักสูตร/โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพนักงาน ที่ได้รับการออกแบบให้มีความต่อเนื่อง เพื่อขยายขอบเขตทักษะของพนักงาน	มีหลักสูตรเพื่อเพิ่มเติม/ยกระดับทักษะของพนักงาน โดยมีความต่อเนื่องในการดำเนินการ เช่น หลักสูตรฝึกอบรมที่มีลักษณะเป็น Series ระบบขององค์กรส่งเสริมให้พนักงานมีการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ และส่งเสริมให้เรียนรู้ในทักษะใหม่
4 Individual-organisation alignment	หลักสูตร/โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพนักงานอย่างต่อเนื่องนั้น มีความสอดคล้องอย่างดีกับความจำเป็นทางธุรกิจขององค์กร	หลักสูตร/โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพนักงานนั้นถูกออกแบบมาให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กร และสัมพันธ์กับการเติบโตในทางอาชีพของพนักงาน
5 Monitoring and adaptive	หลักสูตร/โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพนักงาน ได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสมอยู่เป็นระยะ โดยใช้ Feedback จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	มีกระบวนการมาตรฐานในการวัดประสิทธิผลการพัฒนาบุคลากรอย่างเป็นทางการว่าได้ผลตรงกับเป้าหมายของหลักสูตรหรือไม่ ทั้งจากพนักงาน ฝ่ายบุคคล และทีมผู้บริหาร เพื่อให้หลักสูตร/โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาพนักงาน ได้ถูกปรับปรุง ปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมอยู่เสมอ
6 Future skill preparation	ในแผนงาน/โปรแกรมพัฒนาพนักงานมีการใส่เรื่องของชุดทักษะในอนาคต (Future Skillsets) หรือมีการนำแนวทางในรูปแบบใหม่ๆ ที่มีความเป็นนวัตกรรมเข้ามาใช้ในการพัฒนาพนักงาน	มีกระบวนการในการรวบรวมข้อกำหนดสำหรับชุดทักษะในอนาคต และกระบวนการใหม่ ๆ ของการพัฒนาพนักงาน

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างกระบวนการผลิตและการสนับสนุนการผลิตในเหมืองแร่ และโรงแต่งแร่
 (Production Automation , Production Network และ Smart Production)

ตาราง ๑ ตัวอย่างกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตในเหมืองแร่ / เหมืองหิน (Production Processes)

กระบวนการผลิต/สนับสนุนการผลิต				
	ชื่อขั้นตอนการผลิต/การบริการ		กระบวนการ	
			ผลิต	สนับสนุนการผลิต
	เหมืองแร่ / เหมืองหิน (ผิวดิน-ใต้ดิน)	Raw material : ภูเขา, พื้นดินที่ทำเหมือง / Product : ก้อนหิน ก้อนแร่		
0	การรังวัดหน้าเหมือง	การรังวัดหน้าเหมือง		X
1	กระบวนการเจาะรูระเบิด (ถ้ามี)	การเจาะรูระเบิด (รถเจาะ การเข้าจุดเจาะ และควบคุมการเจาะ)	X	
2		ตรวจสอบรูระเบิด		X
3	กระบวนการระเบิดหน้าเหมือง (ถ้ามี) (ควรรวมการระเบิดทั้งหมดเป็น 2 กระบวนการใหม่ 1. การเจาะรูระเบิด และระเบิด 2. ตรวจสอบหลังการระเบิด)	การผสม-ประกอบวัตถุระเบิด งานอัดระเบิด ต่อและตรวจจอร์ จูระเบิด	X	
		การเจาะรูระเบิด และ ระเบิด	X	
		การตรวจสอบขนาดของก้อนและกองหลังระเบิด และตรวจสอบผลกระทบจากการระเบิด		X
4	กระบวนการขุด-ตักที่หน้าเหมือง	การขุดตัก (เป็นกระบวนการผลิตที่สร้างมูลค่าเพิ่ม) เช่น รถขุด รถตัก รถขุดผิว (Surface miner) สำหรับเหมืองใต้ดิน ได้แก่ รถตักชนิด LHD รถขุดอุโมงค์ (Miner, TBM) เครื่องฉีก (Shearer) เป็นต้น และสำหรับเหมืองหินประดับ เช่น เครื่องเลื่อยหิน (Rock saw)	X	
		การตรวจวัดปริมาณงานขุดตัก		X
5	กระบวนการขนส่งจากหน้าเหมือง	การขนส่งด้วยรถบรรทุก หรือระบบสายพานลำเลียง (เป็นกระบวนการผลิตที่สร้างมูลค่าเพิ่ม)	X	
		เครื่องมือที่หน้าเหมือง และเครื่องโปรย (ถ้ามี)	X	
6	กระบวนการควบคุมภาพแร่ที่ผลิตจากหน้าเหมือง	การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพแร่ที่หน้าเหมือง		X
		การผสมคุณภาพแร่ที่หน้าเหมือง	X	
7	กระบวนการจัดเก็บแร่ที่หน้าเหมือง	การสต็อกแร่ ยุ่ง หรือกองที่หน้าเหมือง		X

ตาราง ๒ ตัวอย่างกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิตในโรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน (Production Processes)

กระบวนการผลิต/สนับสนุนการผลิต				
	ชื่อขั้นตอนการผลิต/การบริการ		กระบวนการ	
			ผลิต	สนับสนุนการผลิต
	โรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน	Raw material : ก้อนหิน ก้อนแร่ จากเหมือง / Product แร่หรือหินตามความต้องการผลิต		
1	กระบวนการป้อน และลำเลียงแร่/หิน	ยู่รับ ตะแกรงบาร์ และระบบนำออก (Feeder)		X
		การขนย้ายแร่/หิน เข้าโม่บด		X
2	กระบวนการโม่บดและย่อยแร่/หิน	โม่บดและย่อยแร่ แบบแห้ง (เครื่องโม่ขนาดต่างๆ)	X	
		โม่บดและย่อยแร่ แบบเปียก (เครื่องโม่ขนาดต่างๆ – เฉพาะโรงแต่งแร่)	X	
		ขนย้ายแร่จากโม่บดไปคัดขนาด		X
3	กระบวนการคัดขนาดแร่/หิน	คัดขนาด (Classifying) แบบแห้ง	X	
		คัดขนาด (Classifying) แบบเปียก (เฉพาะโรงแต่งแร่)	X	
		ขนย้ายแร่เข้าแยกแร่ (เฉพาะโรงแต่งแร่) ขนย้ายแร่ไปกอง (เฉพาะโรงโม่หิน)		X
4	กระบวนการล้างแร่/หิน (ถ้ามี)	เครื่องล้างด้วยน้ำ เพื่อแยกดิน หรือสิ่งสกปรก	X	
5	กระบวนการแยกแร่ (เฉพาะโรงแต่งแร่)	การแยกแร่ด้วยกรรมวิธีความแตกต่าง ถ.พ.	X	
		การแยกแร่ด้วยกรรมวิธีทางกายภาพ แม่เหล็ก-ไฟฟ้า	X	
		การแยกแร่ด้วยกรรมวิธีทางเคมี การลอยแร่ (Floatation)	X	
		ขนย้ายหัวแร่ไปกรองและอบไล่ไอน้ำ ขนย้ายหางแร่		X
6	การกรอง ย่างและอบแร่ (เฉพาะโรงแต่งแร่)	การกรอง การลดน้ำ (Dewatering) ถึงตกตะกอน (Thickening) การย่างและอบ	X	
7	การสต็อกหัวแร่/หิน ลานทิ้งหางแร่	โรงเก็บแร่ (Concentrate Storing) ยู่ หรือกอง		X
		การขนถ่ายหัวแร่ (Final products)		X

ตาราง ๓ ตัวอย่างเทคโนโลยีความเป็นอัตโนมัติที่ใช้ในสายการผลิตของเหมืองแร่ / เหมืองหิน (Production Processes)

	ชื่อขั้นตอนการผลิต/การบริการ		Process ที่ใช้ เครื่องทุ่นแรง หรือ แรงงานคน เป็นหลัก	Process ที่ใช้เครื่องจักร อัตโนมัติ หรือ กึ่งอัตโนมัติ	
				อัตโนมัติ	กึ่งอัตโนมัติ
0	การรังวัดหน้าเหมือง	การรังวัดหน้าเหมือง	ใช้พนักงานใน การตรวจสอบ หรือใช้ พนักงาน ควบคุมโดรน ตลอดเวลา	ใช้โดรนซึ่งบินจาก ฐานโดยอัตโนมัติ (DJI DOCK, DroneHub, Percepto Base)	ใช้โดรนซึ่งบินตาม เส้นทางการบินโดย อัตโนมัติ โดย พนักงานควบคุม การขึ้นลง
1	การเจาะรูระเบิด และ การระเบิดหน้า เหมือง	รถเจาะรูระเบิด เข้าตำแหน่ง เจาะ ควบคุมการเจาะ	ใช้คนขับรถ ควบคุมทุก อย่าง	รถ Auto Drill ทั้งหมด ไร้คนขับ	รถ Auto Drill บางส่วน ใช้คน ควบคุมไม่ไกล หรือ teleoperation ตั้ง ค่า parameter การเจาะและกดเริ่ม การเจาะ
		ตรวจสอบรูระเบิด	ใช้คน ตรวจสอบ	ใช้หุ่นยนต์ ตรวจสอบหรือรถ ที่เข้าไปเจาะ สามารถเจาะและ ตรวจสอบรูระเบิด ได้พร้อมกัน	ใช้หุ่นยนต์ ตรวจสอบ (คน นำไปวาง) หรือใช้ เครื่องตรวจสอบรู ระเบิด เช่น Bore Trax เป็นต้น แต่ยัง ต้องใช้คนเข้าไป หน้างาน
		การผสมและประกอบวัตถุ ระเบิด	ใช้คนลงมือทำ ทั้งหมด	ใช้หุ่นยนต์ในการ ประกอบวัตถุ ระเบิดและใช้รถ อัตโนมัติสำหรับ ผสมวัตถุระเบิดที่ หน้างาน	มีเครื่องมืออัตโนมัติ สำหรับผสมวัตถุ ระเบิดแต่ยังต้องใช้ พนักงานในการเท ส่วนผสม และ ประกอบวัตถุระเบิด
		การอัดระเบิด	ใช้คนทำลงมือ ทำ	ใช้หุ่นยนต์เข้าไป หน้างานเพื่อระบุ ตำแหน่งรูระเบิด	ใช้หุ่นยนต์เข้าไป หน้างานเพื่ออัด ระเบิด ใช้คน

ชื่อขั้นตอนการผลิต/การบริการ	Process ที่ใช้ เครื่องทุนแรง หรือ แรงงานคน เป็นหลัก	Process ที่ใช้เครื่องจักร อัตโนมัติ หรือ กึ่งอัตโนมัติ	
		อัตโนมัติ	กึ่งอัตโนมัติ
		หรือใช้ข้อมูล รูเจาะเพื่ออัด ระเบิด	ควบคุมเพื่อช่วย ระบุตำแหน่งรูเจาะ
การต่อและตรวจสอบวงจร ก่อนจุดระเบิด และการจุด ระเบิด	ใช้คนทำเองลง มือทำ	ใช้หุ่นยนต์ในการ ติดตั้งวงจรระเบิด และตรวจสอบ อัตโนมัติ	ใช้คนอ่านจาก เครื่องตรวจสอบ วงจรระเบิด เช่น Sequential Blaster เป็นต้น
การตรวจสอบขนาดของก้อน และกองหลังระเบิด	ใช้พนักงานใน การตรวจสอบ หรือใช้ พนักงาน ควบคุมโดรน ตลอดเวลา	ใช้โดรนซึ่งบินจาก ฐานโดยอัตโนมัติ (DJI DOCK, DroneHub, Percepto Base)	ใช้โดรนซึ่งบินตาม เส้นทางการบินโดย อัตโนมัติ โดย พนักงานควบคุม การขึ้นลง
การตรวจสอบผลกระทบจาก การระเบิด	ใช้คนควบคุม เครื่องมือใน การตรวจวัดที่ หน้างาน	เครื่องวัดเสียงและ แรงสั่นสะเทือนที่ สามารถส่งข้อมูล ได้ทันทีหลังการก ระเบิด	เครื่องวัดเสียงและ แรงสั่นสะเทือนที่ ต้องใช้คนไปดาวน โหลดไฟล์

ตาราง ๔ ตัวอย่างเทคโนโลยีความเป็นอัตโนมัติที่ใช้ในสายการผลิตของโรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน (Production Automation)

	ชื่อขั้นตอนการผลิต/การบริการ		Process ที่ใช้ เครื่องทุ่นแรงหรือ แรงงานคนเป็น หลัก	Process ที่ใช้เครื่องจักร อัตโนมัติ หรือ กึ่งอัตโนมัติ	
				อัตโนมัติ	กึ่งอัตโนมัติ
	โรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน	Raw material : ก้อนหิน ก้อน แร่ จากเหมือง / Product แร่ หรือหินตามสเปกการผลิต			
1	กระบวนการ ป้อน และ ลำเลียงแร่/ หิน	ยังรับ ตะแกรงบาร์ และระบบ นำออก (Feeder)	ยังแร่ถูกควบคุม สภาพหินติดค้าง และวัดปริมาณ จัดเก็บในยังด้วย พนักงาน	ยังแร่มีระบบตรวจจับและ แจ้งเตือนหินติดค้าง ตรวจวัดปริมาณเรียลไทม์ ควบคุมรถบรรทุกเข้าเท และระบบนำออก อัตโนมัติ	ใช้ระบบตรวจจับและ แจ้งเตือน ตรวจวัด ปริมาณเรียลไทม์ แต่ ใช้คนควบคุม รถบรรทุกเข้าเทและ ระบบนำออกจาก ห้องควบคุม
		การขนย้ายแร่/หิน เข้าโม่บด	ใช้คน, รถเข็น, รถบรรทุกที่ต้องใช้ พนักงานขับ, Fork Liftใช้คนขับ	AGV, AMR, สายพาน ลำเลียงอัตโนมัติ ปรับค่า การทำงานด้วยซอฟต์แวร์	สายพานลำเลียง อัตโนมัติ ปรับค่าการ ทำงานด้วยคนจาก ห้องควบคุม
2	การโม่บด และย่อยแร่	โม่บดและย่อยแร่ แบบแห้ง (เครื่องโม่ขนาดต่างๆ)	ใช้เครื่องจักรซึ่ง พนักงานต้องอยู่ ประจำ คอยปรับ ค่าและควบคุม เครื่อง	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้องมีคน ควบคุม ใช้ IoT ตรวจ สภาพการทำงาน ปรับค่า ด้วยซอฟต์แวร์	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้อง มีคนควบคุม ปรับค่า การทำงานด้วยคน จากห้องควบคุม
		โม่บดและย่อยแร่ แบบเปียก (เครื่องโม่ขนาดต่างๆ)	-	-	-
		ขนย้ายแร่จากโม่บดไปคัด ขนาด	ใช้คน, รถเข็น, รถบรรทุกที่ต้องใช้ พนักงานขับ, Fork Liftใช้คนขับ	AGV, AMR, สายพาน ลำเลียงอัตโนมัติ ปรับการ ทำงานด้วยซอฟต์แวร์	สายพานลำเลียง อัตโนมัติ ปรับการ ทำงานด้วยคน
3	การคัดขนาด แร่/หิน	คัดขนาด (Classifying) แบบ แห้ง	ใช้เครื่องจักรซึ่ง พนักงานต้องอยู่ ประจำ คอยปรับ ค่าและควบคุม เครื่อง	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้องมีคน ควบคุม ใช้เซนเซอร์ตรวจ สภาพการทำงาน ปรับค่า ด้วยซอฟต์แวร์	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้อง มีคนควบคุม ปรับค่า การทำงานด้วยคน จากห้องควบคุม
		คัดขนาด (Classifying) แบบ เปียก	-	-	-

	ชื่อขั้นตอนการผลิต/การบริการ		Process ที่ใช้ เครื่องทุ่นแรงหรือ แรงงานคนเป็น หลัก	Process ที่ใช้เครื่องจักร อัตโนมัติ หรือ กึ่งอัตโนมัติ	
				อัตโนมัติ	กึ่งอัตโนมัติ
	โรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน	Raw material : ก้อนหิน ก้อน แร่ จากเหมือง / Product แร่ หรือหินตามสเปกการผลิต			
		ขนย้ายแร่เข้าแยกแร่ (เฉพาะ โรงแต่งแร่) ขนย้ายแร่ไปกอง (เฉพาะโรงโม่หิน)	-	-	-
4	กระบวนการ ล้างแร่/หิน (ถ้ามี)	เครื่องล้างด้วยน้ำ เพื่อแยกดิน หรือสิ่งสกปรก	ใช้เครื่องจักรซึ่ง พนักงานต้องอยู่ ประจำ คอยปรับ ค่าและควบคุม เครื่อง	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้องมีคน ควบคุม ใช้เซนเซอร์ตรวจ สภาพการทำงาน ปรับค่า ด้วยซอฟต์แวร์	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้อง มีคนควบคุม ปรับค่า การทำงานด้วยคน จากห้องควบคุม
5	แยกแร่	การแยกแร่ด้วยกรรมวิธีความ แตกต่าง ถ.พ.	ใช้เครื่องจักรซึ่ง พนักงานต้องอยู่ ประจำ คอยปรับ ค่าและควบคุม เครื่อง	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้องมีคน ควบคุม ใช้เซนเซอร์ตรวจ สภาพการทำงาน ปริมาณ และคุณภาพแร่ที่ได้ ปรับ ค่าด้วยซอฟต์แวร์	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้อง มีคนควบคุม ใช้คน ตรวจสอบปริมาณและ คุณภาพแร่ที่ได้ ปรับ ค่าการทำงานด้วยคน จากห้องควบคุม
		การแยกแร่ด้วยกรรมวิธีทาง กายภาพ แม่เหล็ก-ไฟฟ้า	-	-	-
		การแยกแร่ด้วยกรรมวิธีทาง เคมี การลอยแร่ (Floatation)	-	-	-
		ขนย้ายหัวแร่ไปรองและอบไล่ น้ำ ขนย้ายหางแร่	-	-	-
6	การกรอง ย่างและอบ แร่ (เฉพาะ โรงแต่งแร่)	การกรอง การลดน้ำ (Dewatering) ถึงตกตะกอน (Thickening) การย่างและอบ	ใช้เครื่องจักรซึ่ง พนักงานต้องอยู่ ประจำ คอยปรับ ค่าและควบคุม เครื่อง	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้องมีคน ควบคุม ใช้เซนเซอร์ตรวจ สภาพการทำงาน ปรับค่า ด้วยซอฟต์แวร์	ใช้เครื่องจักรที่ไม่ต้อง มีคนควบคุม ปรับค่า การทำงานด้วยคน จากห้องควบคุม
7	การสต็อกหัว แร่/หิน ลาน ทิ้งหางแร่- กากแร่	โรงเก็บแร่ (Concentrate Storing) ยุ้ง หรือกองสต็อก	ยุ้งและกองสต็อก แร่ถูกควบคุม สภาพ และวัด ปริมาณด้วย พนักงาน	ยุ้งและกองสต็อกแร่ถูก ควบคุมสภาพ และ ตรวจวัดปริมาณและ คุณภาพด้วยเซนเซอร์และ รายงานผลเรียลไทม์	ยุ้งและกองสต็อกแร่ ถูกควบคุมสภาพ และ ตรวจวัดปริมาณและ คุณภาพด้วยเซนเซอร์ ใช้คนรายงานผล

	ชื่อขั้นตอนการผลิต/การบริการ		Process ที่ใช้ เครื่องทุ่นแรงหรือ แรงงานคนเป็น หลัก	Process ที่ใช้เครื่องจักร อัตโนมัติ หรือ กึ่งอัตโนมัติ	
				อัตโนมัติ	กึ่งอัตโนมัติ
	โรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน	Raw material : ก้อนหิน ก้อน แร่ จากเหมือง / Product แร่ หรือหินตามสเปคการผลิต			
		ลานทิ้งทางแร่-กากแร่ (เฉพาะ โรงแต่งแร่) การขนถ่ายหัวแร่ (Final products)	ใช้คนตรวจวัด หรืออ่านค่า ตรวจสอบและ รายงานผล ใช้คน, รถเข็น, รถบรรทุกที่ต้องใช้ พนักงานขับ, Fork Liftใช้คนขับ	ใช้เซนเซอร์ตรวจจับการ รั่วไหล แจ้งเตือนและ รายงานผลเรียลไทม์ AGV, AMR, สายพาน ลำเลียงอัตโนมัติ ปรับการ ทำงานด้วยซอฟต์แวร์	ใช้เซนเซอร์ตรวจจับ การรั่วไหล ใช้คน ตรวจสอบและ รายงานผล สายพานลำเลียง อัตโนมัติ ปรับการ ทำงานด้วยคน

ระบบ Facility	ใช้คนควบคุม	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุม
เหมืองแร่ / เหมืองหิน (ผิวดิน-ใต้ดิน)		
ระบบจัดการน้ำและพลังงาน		
ระบบการจัดการน้ำใช้หรือประปา	ใช้พนักงานควบคุมระดับน้ำในถังเก็บ, ปิดเปิดปั๊มน้ำเพื่อรักษาแรงดันน้ำ	ใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมแรงดันและระดับน้ำในถังเก็บน้ำ เช่น PLC, SCADA
การจ่ายและสำรองไฟฟ้า	ใช้พนักงานควบคุมการตัดต่อไฟฟ้า และบันทึกปริมาณไฟฟ้าที่ใช้	มีระบบอัตโนมัติควบคุมการตัดต่อไฟฟ้า เช่น ระบบสำรองไฟฟ้า ระบบ Solar Cell และมีระบบบันทึกปริมาณไฟฟ้าที่ใช้โดยอัตโนมัติ
การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	ใช้พนักงานควบคุมการจ่ายน้ำมัน และบันทึกปริมาณที่ใช้	มีระบบอัตโนมัติควบคุมการจ่ายน้ำมัน และมีระบบบันทึกปริมาณที่ใช้โดยอัตโนมัติ
ระบบสูบลและระบายน้ำเหมือง	ใช้คนตรวจปริมาณน้ำในขุม และปิดเปิดเครื่องสูบน้ำ	ใช้เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณน้ำในขุมหน้างาน สั่งให้เครื่องสูบน้ำทำงานอัตโนมัติ
หมวดงานโยธาและธรณีเทคนิค		
การพัฒนาและบำรุงรักษาเส้นทางขนส่ง และอุโมงค์ขนส่ง (เหมืองใต้ดิน)	รถเกรตใช้คนขับ รถขุดอุโมงค์ใช้คนขับ	รถเกรตอัตโนมัติ รถขุดอุโมงค์ไร้คนขับ
งานธรณีเทคนิคและรักษาเสถียรภาพหน้างานเหมือง การเสริมความแข็งแรง ได้แก่ การฉีดคอนกรีต (Shotcrete) สมอหรือสลักยึดหิน (Rock bolt)	ใช้คนสำรวจ รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์เสถียรภาพ เครื่องจักรใช้คนควบคุม	ใช้เซนเซอร์เก็บข้อมูล เพื่อให้ AI วิเคราะห์ระบบเรดาร์ตรวจจับและเตือนภัยดินถล่ม เร็วใหม่ ตรวจวัดระดับและแรงดันน้ำใต้ดินและส่งข้อมูลออนไลน์ ใช้เครื่องจักรไร้คนขับ
หมวดการจัดการสิ่งแวดล้อม		
ระบบบำบัดและมาตรการลดผลกระทบคุณภาพน้ำ	ใช้พนักงานตรวจสอบและปรับการทำงานของการเติมอากาศ หรือเติมสารเคมี ในระบบบำบัดน้ำเสีย	ใช้ระบบอัตโนมัติตรวจสอบและปรับการทำงานของระบบเติมอากาศ การเติมสารเคมี ในระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น PLC, SCADA
ระบบบำบัดและมาตรการลดผลกระทบคุณภาพอากาศ	ใช้พนักงานตรวจสอบคุณภาพอากาศและฝุ่น สั่งการควบคุมรถน้ำดับฝุ่น	ใช้เซนเซอร์ตรวจสอบคุณภาพอากาศและฝุ่น พร้อมแจ้งเตือนให้รถน้ำไร้คนขับควบคุม การฉีดพรมน้ำบนทางวิ่ง
ระบบบำบัดและมาตรการลดผลกระทบคุณภาพดินและของเสียที่เป็นของแข็ง	ใช้พนักงานตรวจสอบคุณภาพและสั่งการบำบัดหรือใช้มาตรการป้องกัน	ใช้ระบบตรวจสอบและบำบัดโดยอัตโนมัติ เช่น ติด Sensor ตรวจสอบคุณภาพ และมีระบบสายพานลำเลียงของ

ระบบ Facility	ใช้คนควบคุม	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุม
เหมืองแร่ / เหมืองหิน (ผิวดิน-ใต้ดิน)		
		เสียเข้าเครื่องบำบัดและทำการบำบัดแบบอัตโนมัติ
ระบบติดตามตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมในชุมชน (อากาศ น้ำ เสียง)	ติดตามตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นครั้งคราว ใช้คนติดตั้ง เก็บข้อมูลและทำรายงาน	ติดตั้งเซนเซอร์ติดตามตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมต่อเนื่อง และรายงานผลแบบเรียลไทม์ มีระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ
หมวดการจัดการความปลอดภัย		
การควบคุมการเข้าออกพื้นที่	ใช้รปภ. ควบคุมการเข้าออก	ใช้ ระบบ Access Control เช่นการสแกนบัตร, ลายนิ้วมือ หรือหน้าของพนักงาน ใช้ RFID Tag เมื่อเข้าหน้าเหมือง
ความปลอดภัยภายในอาคารและโรงซ่อมบำรุงเครื่องจักร (เข้าซ่อมหรือไม่)	ใช้รปภ. ตรวจสอบภาพกล้อง CCTV	ใช้ Software วิเคราะห์ภาพจาก CCTV และแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบคน หรือเหตุการณ์ที่ผิดปกติ
ความปลอดภัยในการใช้และเก็บวัตถุระเบิด (Warehouse ปกติเป็น production)	ใช้คนติดตามตรวจสอบการขนตรวจวัดสภาพอาคารเก็บวัตถุระเบิด และอายุใช้งานวัตถุระเบิด	ใช้ GPS ติดตามรถขนวัตถุระเบิด ใช้เซนเซอร์ตรวจจับความร้อน ก๊าซระเบิด ใช้ tag ติดตามอายุใช้งานวัตถุระเบิด
หมวดการจัดการอาชีวอนามัย		
ระบบดับเพลิง	ใช้พนักงานแจ้ง และดับเพลิง	ใช้ระบบ Smoke Detector, Heat Detector ในการตรวจจับไฟ และ Springer ในการดับไฟ
ระบบระบายและปรับอากาศ	ใช้คนตรวจสอบคุณภาพอากาศและควบคุมการปิดเปิดพัดลมหรือเครื่องระบายอากาศ	ใช้เซนเซอร์ตรวจจับคุณภาพอากาศ แจ้งเตือนและควบคุมการปิดเปิดพัดลมหรือเครื่องระบายอากาศแบบอัตโนมัติ (Ventilation on demand)
ระบบแสงสว่าง	ใช้พนักงานปิดเปิดไฟ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการปิดเปิดไฟ เช่น การตั้งเวลา, การตรวจจับการเคลื่อนไหว, การตรวจจับความเข้มแสงเพื่อเปิดหรือปิดไฟ
ระบบกันและควบคุมเสียง	ใช้คนตรวจวัดระดับเสียง และสั่งการเพื่อควบคุมหรือลดระดับการทำงานของเครื่องจักรที่มีเสียงดัง	ใช้เซนเซอร์ตรวจจับระดับเสียง แจ้งเตือนและควบคุมการลดระดับการทำงานของเครื่องจักรที่มีเสียงดัง

ตาราง ๖ ตัวอย่างเทคโนโลยีความเป็นอัตโนมัติที่ใช้ควบคุมสาธารณูปโภคของโรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน (Facility Automation)

ระบบ Facility	ใช้คนควบคุม	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุม
โรงแต่งแร่ (เหมือนโรงงานทั่วไป)		
หมวดพลังงาน		
การควบคุมการจ่ายน้ำประปา (Water Supply)	ใช้พนักงานควบคุมระดับน้ำในถังเก็บ, ปิดเปิดปั๊มน้ำเพื่อรักษาแรงดันน้ำ	ใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมแรงดันและระดับน้ำในถังเก็บน้ำ เช่น PLC, SCADA
ระบบไฟฟ้า (Electricity)	ใช้พนักงานควบคุมการตัดต่อไฟฟ้า และบันทึกปริมาณไฟฟ้าที่ใช้	มีระบบอัตโนมัติควบคุมการตัดต่อไฟฟ้าเช่นระบบสำรองไฟฟ้า ระบบ Solar Cell และมีระบบบันทึกปริมาณไฟฟ้าที่ใช้โดยอัตโนมัติ
ระบบความร้อน (Boiler)	ใช้พนักงานควบคุมอัตราการป้อนเชื้อเพลิง แรงดัน อุณหภูมิ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมอัตราการป้อนเชื้อเพลิง แรงดัน และอุณหภูมิ เช่น PLC, SCADA
ระบบทำความเย็น (Cooling)	ใช้พนักงานควบคุมการจ่ายน้ำหล่อเย็น และอุณหภูมิของน้ำ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการจ่ายน้ำหล่อเย็น และอุณหภูมิของน้ำ เช่น PLC, SCADA
ระบบทำน้ำเย็น (Chilled Water) (ต่างกันอย่างไ้กับ Cooling)	ใช้พนักงานควบคุมอุณหภูมิของน้ำ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิของน้ำ เช่น PLC, SCADA
ระบบก๊าซอุตสาหกรรม (Industrial Gas)	ใช้พนักงานควบคุมการปิดเปิด ความดัน การเร่งหรือห้การจ่ายก๊าซ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการปิดเปิด ความดัน การเร่งหรือห้การจ่ายก๊าซ เช่น PLC, SCADA
ระบบไอน้ำ (Steam) (เข้าซ้อกับ Boiler หรือไม่)	ใช้พนักงานควบคุมอัตราการป้อนเชื้อเพลิง แรงดัน อุณหภูมิ และการเร่งหรือห้การจ่าย steam	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมอัตราการป้อนเชื้อเพลิง แรงดัน อุณหภูมิ และการเร่งหรือห้การจ่าย steam เช่น PLC, SCADA
ระบบแรงดันน้ำ (Hydraulic)	ใช้พนักงานควบคุมอัตราการป้อนน้ำมันไฮดรอลิก และแรงดัน	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมอัตราการป้อนน้ำมันไฮดรอลิก และแรงดัน เช่นระบบควบคุมปั้มน้ำมันไฮดรอลิก
ระบบแรงดันลม (Pneumatic)	ใช้พนักงานควบคุมปิดเปิดปั้ลมเพื่อให้ได้แรงดันตามที่โหลดต้องการ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมเพื่อให้ได้แรงดันตามที่โหลดต้องการ เช่น ระบบควบคุม Compressor
หมวดสภาวะการทำงาน (Working Environment)		
ระบบควบคุมไฟฟ้าสถิต (Static Electricity)	ใช้พนักงานในการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ หรือตรวจสอบความสมบูรณ์ของการติดตั้งอุปกรณ์ฯ	มีระบบช่วยในการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ หรือมีระบบที่ช่วยตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ฯแบบอัตโนมัติ
ห้องสะอาด (Clean Room)	ใช้พนักงานควบคุม เร่ง หรือห้ระบบกรองและไหลเวียนอากาศ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุม เร่ง/ห้ระบบไหลเวียนอากาศ ให้ได้ค่าความสะอาดตามที่ต้องการ เช่น ใช้ระบบ Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC)

ระบบ Facility	ใช้คนควบคุม	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุม
โรงแต่งแร่ (เหมือนโรงงานทั่วไป)		
ระบบแสงสว่าง (Lighting)	ใช้พนักงานเปิดปิดไฟ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมการเปิดปิดไฟ เช่น การตั้งเวลา, การตรวจจับการเคลื่อนไหว, การตรวจจับความเข้มแสง เพื่อเปิดหรือปิดไฟ
ระบบระบายอากาศ (Ventilation)	ใช้พนักงานเปิดปิด เร่งหรือห้ระบบไหลเวียนอากาศ	ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุม เร่ง/ห้ระบบไหลเวียนอากาศ ให้ได้ค่าการระบายอากาศตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ เช่น PLC, SCADA
หมวดการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management)		
ระบบบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment)	ใช้พนักงานตรวจสอบและปรับการทำงานของกังหันเติมอากาศ กังหันกวนสาร การเติมสารเคมีในระบบบำบัดน้ำเสีย	ใช้ระบบอัตโนมัติตรวจสอบและปรับการทำงานของกังหันเติมอากาศ กังหันกวนสาร การเติมสารเคมี ในระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น PLC, SCADA
ระบบบำบัดอากาศ (Air Pollution Control)	ใช้พนักงานตรวจสอบคุณภาพอากาศและควบคุมกระบวนการดัก, ฟอกอากาศ	ใช้ระบบอัตโนมัติตรวจสอบคุณภาพอากาศและควบคุม กระบวนการดัก, ฟอกอากาศ เช่น PLC, SCADA
ระบบผลิตน้ำประปา (Water Production)	ใช้พนักงานตรวจสอบคุณภาพน้ำและควบคุมกระบวนการผลิตน้ำ	ใช้ระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบคุณภาพน้ำและควบคุมกระบวนการผลิตน้ำ เช่น PLC, SCADA
หมวดความปลอดภัย (Safety)		
ระบบควบคุมการเข้า - ออก (Access Control)	ใช้รปภ. ควบคุมการเข้าออก	ใช้ ระบบ Access Control เช่นการสแกนบัตร, ลายนิ้วมือ หรือหน้าของพนักงาน
ระบบกล้อง CCTV	ใช้รปภ. ตรวจสอบภาพ CCTV	ใช้ Software วิเคราะห์ภาพ CCTV และแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบคน หรือเหตุการณ์ที่ผิดปกติ
ระบบดับเพลิง (Fire Protection)	ใช้พนักงานแจ้ง และดับเพลิง	ใช้ระบบ Smoke Detector, Heat Detector ในการตรวจจับไฟ และ Springer ในการดับไฟ
ระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซอันตราย (Gas Detection)	ใช้พนักงานตรวจสอบ มาตรฐานปริมาณก๊าซรั่วไหล	ใช้ Sensor ตรวจจับก๊าซรั่วไหล และส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีระดับก๊าซเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้

ภาคผนวก ง. การสื่อสารส่งผ่านข้อมูลระหว่างสำนักงานและสายการผลิต (หน้าเหมือง) (Internal Integration)

ตาราง ๗ ตัวอย่างเทคโนโลยีหรือซอฟต์แวร์เฉพาะทางที่ใช้ในการสร้าง รวบรวม และส่งต่อข้อมูลระหว่างหน้าเหมือง และสำนักงาน (Internal Integration)

เหมืองแร่/เหมืองหิน (ผิวดิน / ใต้ดิน)	ตัวอย่างเทคโนโลยี
การทำรังวัด	ใช้ Software ในการสร้างแผนที่ Survey 3D เช่น Surfer, ArcMap. Autodesk Map3D เป็นต้น
การเก็บและรวบรวมข้อมูลการผลิต (Production Data Collection and acquisition)	ใช้ระบบ Fleet management (เช่น Cat@MineStar) ซึ่งสามารถเก็บสถานะการผลิตแบบเรียลไทม์ที่เป็นปัจจุบัน เชื่อมโยงข้อมูลผลผลิตของรถขุด รถบรรทุกหรือสายพานลำเลียงจากหน้าเหมือง
การกำหนดตารางการผลิต (วางแผนผลิตจากหน้าเหมือง แผนการเจาะระเบิด การขุด-ขน) (Production Scheduling)	ใช้ซอฟต์แวร์วางแผนการผลิต ให้ตอบสนองต่อความต้องการของสินค้าหรือปริมาณสินค้าคงคลัง เช่น MineSight, Surpac, RPM MinePlanner
การวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรการผลิต (Machine, Material, Man) (Production Resource management)	ใช้ซอฟต์แวร์ที่นำแผนการผลิตมากำหนดทรัพยากรที่ต้องใช้ในการผลิต (เครื่องจักร คน ทรัพยากร วัสดุ) เช่น APS (Advanced Planning and Scheduling), Oracle NetSuite/EBS. SAP Mining เป็นต้น
การสอบกลับได้ของผลิตภัณฑ์ (Product traceability and genealogy)	ใช้ระบบหรือซอฟต์แวร์ เก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในแต่ละช่วงเวลา ถูกผลิตจากจุดหรือบล็อกใด โดยเครื่องจักรใด และด้วยพารามิเตอร์อะไร เช่น AVEVA, Maptek, Fleet management, Ore tag ซึ่งสามารถเก็บข้อมูล Traceability ได้
การบริหารคุณภาพการผลิต (Quality management)	ใช้ระบบหรือซอฟต์แวร์ บริหารจัดการข้อมูลคุณภาพ (QC) เช่น LIMS (Laboratory Information Management Systems) หรือใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพแอรอนไลน์ เป็นต้น
ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการผลิต (OEE) (Performance analysis)	ใช้ระบบหรือซอฟต์แวร์ เก็บข้อมูล Uptime, Setup time, Down time, Actual Throughput, %Defect ของเครื่องจักรในสายการผลิต เช่น Fleet management ซึ่งรองรับฟังก์ชัน OEE
การบริหารจัดการงานซ่อมบำรุง (Maintenance management)	ใช้ระบบหรือซอฟต์แวร์บริหารจัดการการซ่อมบำรุงเครื่องจักร และการแจ้งซ่อมบำรุงได้ เช่น Computerized Maintenance Management System (CMMS), ABB Ability™ Asset Vista
การบริหารจัดการ stock (Inventory management)	ใช้ระบบหรือซอฟต์แวร์ บริหารจัดการคลังสินค้าที่เป็นผลผลิตแร่/หิน ทั้งส่วนวัตถุดิบหรือพื้นที่หรือบล็อกแร่สำรอง และผลผลิตสุดท้าย เช่น Warehouse Management System (WMS), AVEVA, Maptek

ตาราง ๘ ตัวอย่างเทคโนโลยีหรือซอฟต์แวร์เฉพาะทางที่ใช้ในการสร้าง รวบรวม และส่งต่อข้อมูลระหว่างสายการผลิตและ
สำนักงาน ในโรงงาน / โรงโม่หิน (Internal Integration)

โรงงาน-โรงโม่หิน	ตัวอย่างเทคโนโลยี
การเก็บและรวบรวมข้อมูลการผลิต (Production Data Collection and acquisition)	ระบบ SCADA / DCS ซึ่งสามารถเก็บสถานะการผลิตในปัจจุบันของโรงงาน
การกำหนดตารางการผลิต (Production Scheduling)	Software วางแผนการผลิตให้ตอบสนองต่อความต้องการของสินค้าหรือปริมาณสินค้าคงคลัง เช่น APS (Advanced Planning and Scheduling)
การวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรการผลิต (Machine, Material, Man) (Production Resource management)	Software ซึ่งสามารถนำแผนการผลิตมากำหนดทรัพยากรที่ต้องใช้ในการผลิต (เครื่องจักร คน Material) เช่น APS (Advanced Planning and Scheduling)
การสอบกลับได้ของผลิตภัณฑ์ (Product traceability and genealogy)	ระบบหรือ Software ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในแต่ละช่วงเวลาถูกผลิตโดยเครื่องจักรใด ด้วยพารามิเตอร์อะไร และใช้วัตถุดิบอะไรบ้าง เช่น SCADA, DCS ซึ่งสามารถเก็บข้อมูล Traceability ได้
การบริหารคุณภาพการผลิต (Quality management)	ระบบหรือ Software ซึ่งบริหารจัดการข้อมูล QC เช่น LIMS (Laboratory Information Management Systems)
ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการผลิต (OEE) (Performance analysis)	ระบบหรือ Software ซึ่งสามารถเก็บ Uptime, Setup time, Down time, Actual Throughput, %Defect ของเครื่องจักรในสายการผลิตได้ เช่น SCADA ซึ่งรองรับฟังก์ชัน OEE
การบริหารจัดการงานซ่อมบำรุง (Maintenance management)	ระบบหรือ Software ซึ่งสามารถใช้บริหารจัดการการซ่อมบำรุง และการแจ้งซ่อมบำรุงได้ เช่น Computerized Maintenance Management System (CMMS), ABB Ability™ Asset Vista
การบริหารจัดการ stock (Inventory management)	ระบบหรือ Software ซึ่งสามารถใช้บริหารจัดการคลังสินค้า ทั้งส่วน raw material และ finish product เช่น Automated Storage and Retrieval System (ASRS), Warehouse Management System (WMS)

ตาราง ๙ ตัวอย่างเทคโนโลยีหรือซอฟต์แวร์เฉพาะทางที่ใช้ในบริหารวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ในเหมืองแร่ / เหมืองหิน

เหมืองแร่/เหมืองหิน (ผิวดิน / ใต้ดิน)	ตัวอย่างเทคโนโลยีเฉพาะทาง
กระบวนการสำรวจธรณีวิทยา	ใช้ข้อมูลภาพถ่ายชั้นหินและโครงสร้างจากการสำรวจระยะไกลด้วยโดรน เครื่องบิน หรือดาวเทียม การสำรวจยังธรณีฟิสิกส์
กระบวนการสำรวจแร่	ใช้ซอฟต์แวร์ด้าน GIS ในการจัดการฐานข้อมูล การบันทึกข้อมูลสำรวจแร่ ตำแหน่งหลุมเจาะ ข้อมูลคุณภาพแท่งคอร์ดหรือตัวอย่างแร่ ให้อยู่ในระบบเดียวกัน
กระบวนการออกแบบเหมือง (แผนหลักในระยะยาว)	ใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบเหมือง เช่น MineSight, Surpac, Micromine, Datamine, เป็นต้น ในการสร้างแบบจำลองแหล่งแร่ ประเมินปริมาณสำรอง การพัฒนาเหมือง และออกแบบเหมืองจนถึงขอบเขตสุดท้าย
กระบวนการออกแบบสายการผลิตและเครื่องจักรที่ใช้	ใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบคำนวณเครื่องจักรที่ใช้ในสายการผลิต ตั้งแต่เจาะ-ระเบิด-ขุดตัก-ลำเลียง แร่/หิน เช่น Process Simulation เป็นต้น
กระบวนการทดลองผลิต	ใช้ซอฟต์แวร์จำลองการผลิต หรือสายการผลิตจำลอง สำหรับใช้เครื่องจักรที่ออกแบบไว้ เพื่อทดลองการผลิต เช่น Shovel-Truck Simulation, FleetOptimizer หรือใช้เครื่องจักรใหม่ทดลองผลิตในช่วงเริ่มต้นเพื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่คำนวณไว้
กระบวนการสอบย้อนกลับ (Traceability)	ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อบริหารจัดการตรวจสอบย้อนกลับ เช่น โมดูล PLM ของ SAP Mining, Oracle NetSuite/EBS
กระบวนการซ่อมบำรุงหลังการขาย การจัดการอะไหล่	ใช้ซอฟต์แวร์ในการบริหารจัดการสต็อกอะไหล่ เพื่อรองรับการซ่อมบำรุงเครื่องจักร
กระบวนการรับประกันสินค้า รับฟังความคิดเห็นของลูกค้า	ใช้ซอฟต์แวร์บริหารจัดการความพึงพอใจของลูกค้า เช่น Customer Management System (CMS), Oracle NetSuite/EBS
กระบวนการจัดการเมื่อจะยุติการทำเหมือง และฟื้นฟูพื้นที่	ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากการสำรวจระยะไกลด้วยโดรน เครื่องบิน หรือดาวเทียม เพื่อใช้วางแผนและฟื้นฟูคุณภาพดินและระบบนิเวศหลังการทำเหมือง

ตาราง ๑๐ ตัวอย่างเทคโนโลยีหรือซอฟต์แวร์เฉพาะทางที่ใช้ในบริหารวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ในโรงแต่งแร่ / โรงโม่หิน

โรงแต่งแร่-โรงโม่หิน	ตัวอย่างเทคโนโลยีเฉพาะทาง
กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์	ใช้ Software วิเคราะห์และออกแบบสัดส่วนการผลิตแร่/หิน ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ
กระบวนการออกแบบกระบวนการผลิต	ใช้ Software ช่วยวิเคราะห์ จำลอง ออกแบบกระบวนการผลิต และกำหนดพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่ควรจะใช้ในการผลิตแร่/หิน
กระบวนการออกแบบสายการผลิต	ใช้ Software ซึ่งสามารถช่วยออกแบบ วางแผน จำลอง แผนผังของสายการผลิต เช่น Tecnomatix Plant Simulation
กระบวนการสร้างต้นแบบและการทดลองผลิต	ใช้ Software ซึ่งสามารถจำลองการผลิต ก่อนทดลองการผลิตจริง หรือสายการผลิตจำลองสำหรับทดลองการผลิต เช่น Tecnomatix Process Simulation หรือสร้างต้นแบบ Pilot plant เพื่อทดลองผลิตเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่คำนวณไว้
กระบวนการสอบย้อนกลับ (Traceability)	Software ซึ่งสามารถช่วยเก็บรวบรวม บริหารจัดการตรวจสอบย้อนกลับ เช่น โมดูล PLM ของ SAP, Oracle NetSuite/EBS
กระบวนการซ่อมบำรุงหลังการขาย การจัดการอะไหล่	การสต็อกสินค้า อะไหล่ เพื่อรองรับการซ่อมบำรุง (ใช้ของโรงงานทั่วไป)
กระบวนการรับประกันสินค้า รับฟังความคิดเห็นของลูกค้า	Software บริหารจัดการความพึงพอใจของลูกค้า เช่น Customer Management System (CMS)
กระบวนการจัดการเมื่อจะยุติการผลิต (Disposal)	Software บริหารจัดการเมื่อจะยุติการผลิต เช่น Software ช่วยบริหารจัดการ เป็นต้น (ใช้ของโรงงานทั่วไป)



Contact Us

- ✉ i4Platform@nstda.or.th
- LINE [@i4Platform](#)
- f [Industry 4.0 Platform](#)
- 🌐 <https://www.nstda.or.th/i4Platform>