



Strategic Scenario Analysis of Artificial Intelligence Application in the Thai Telecommunications Industry (2025-2033) Through the Resource-Based View and Dynamic Capabilities Frameworks

การวิเคราะห์ฉากทัศน์เชิงกลยุทธ์ของการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมไทย (พ.ศ. 2568-2576) ผ่านกรอบแนวคิดมุมมองฐานทรัพยากรและความสามารถพลวัต

ผู้แต่ง/Author



ชยวีร์ อังคุสิงห์ (chayawee.a@gmail.com)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

(Corresponding Author)

ประวัติผู้เขียน (Biography)

ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการส่วนจัดให้มีบริการโทรคมนาคมโดยทั่วถึงและเพื่อประโยชน์สาธารณะ สำนักงาน กสทช. เป็นนักบริหารและนักกฎหมายผู้มีความเชี่ยวชาญ

เฉพาะด้านกฎหมายความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์และกฎหมายกิจการโทรคมนาคม ท่านสำเร็จการศึกษานิติศาสตรมหาบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ และปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับนิติศาสตรดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ด้วยประสบการณ์ที่โดดเด่นในการขับเคลื่อนนโยบายระดับชาติ ท่านได้ร่วมเป็นคณะกรรมการจัดการประมูลคลื่นความถี่ที่สำคัญของประเทศ และได้รับความไว้วางใจให้ดำรงตำแหน่งในคณะกรรมการด้านกฎหมายของหน่วยงานระดับแนวหน้าหลายแห่ง อาทิ อนุกรรมการกฎหมาย สถาบันบริหารจัดการจัดการธนาคารที่ดิน (องค์การมหาชน), อนุกรรมการกฎหมายระเบียบและข้อบังคับ บริษัท ขนส่ง จำกัด กระทรวงคมนาคม, อนุกรรมการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ว่าการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) และอนุกรรมการวินิจฉัย และชี้ขาดปัญหาหรือข้อโต้แย้งสำนักงานคณะกรรมการการเลือกตั้ง นอกจากนี้ ท่านยังมีบทบาทสำคัญในแวดวงวิชาการในฐานะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และผู้ทรงคุณวุฒิพิเศษด้านกฎหมาย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนปฏิบัติหน้าที่รองเลขาธิการสมาคมแห่งสถาบันพระปกเกล้าและที่ปรึกษากฎหมายอาวุโสให้แก่องค์กรชั้นนำ ซึ่งสะท้อนถึงวิสัยทัศน์และความมุ่งมั่นในการบูรณาการองค์ความรู้ทางนิติศาสตร์เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคมและสังคมอย่างเป็นรูปธรรม

Revised: March 9, 2026; Revised: April 8, 2026; Accepted: April 10, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์พลวัตเชิงกลยุทธ์และสถานการณ์ในอนาคตของการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของไทยในช่วงปี 2025-2033 โดยสำรวจว่าผู้ประกอบการโทรคมนาคมจะสามารถบรรลุความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืนได้อย่างไรท่ามกลางการหลอมรวมของเครือข่าย 5G-Advanced และ 6G งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์สถานการณ์เชิงคุณภาพ โดยบูรณาการกรอบทฤษฎีหลักสองกรอบ ได้แก่ มุมมองตามทรัพยากร (Resource-Based View: RBV) และความสามารถเชิงพลวัต (Dynamic Capabilities: DC) ปัจจัยขับเคลื่อนที่กำหนดทิศทางของอุตสาหกรรมได้รับการสังเคราะห์โดยใช้กรอบ STEEP (สังคม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม การเมือง) เพื่อระบุความไม่แน่นอนที่สำคัญ ผลการวิจัยเน้นย้ำว่าความสำเร็จและความได้เปรียบในการแข่งขันในอนาคตไม่ได้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพขนาดใหญ่หรือการลงทุนในศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว ในทางกลับกัน พวกเขาพึ่งพาความสามารถเชิงพลวัตขององค์กรอย่างมากในการปรับโครงสร้างทรัพยากรอย่างเชิงรุก ปลุกฝังวัฒนธรรมที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และรักษาความยืดหยุ่นสูงในการตอบสนองต่อกฎระเบียบด้านอธิปไตยทางข้อมูลและความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ที่เกิดขึ้นใหม่ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอโครงสร้างการมองการณ์ไกลเชิงกลยุทธ์ที่ครอบคลุม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้ประกอบการโทรคมนาคมรายใหญ่และผู้กำหนดนโยบายในประเทศไทย โดยนำเสนอแนวทางปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมสำหรับการนำทางสู่การเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ไปสู่ระบบนิเวศที่ใช้ AI เป็นหลักภายใต้ยุทธศาสตร์ปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติ ระยะที่ 2 (NAIS ระยะที่ 2)

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์, อุตสาหกรรมโทรคมนาคม, การวิเคราะห์ฉากทัศน์, มุมมองฐานทรัพยากร, ความสามารถพลวัต

Abstract

This research aims to analyze the strategic dynamics and future scenarios of Artificial Intelligence (AI) applications within the Thai telecommunications industry for the period 2025-2033. It explores how telecom operators can achieve sustainable competitive advantage amidst the convergence of 5G-Advanced and 6G networks. Employing a qualitative Scenario Analysis methodology, the study integrates two overarching theoretical frameworks: The Resource-Based View (RBV) and Dynamic Capabilities (DC). Driving factors shaping the industry were synthesized using the STEEP (Social, Technological, Economic, Environmental, Political) framework to identify critical uncertainties. The findings emphasize that future success and competitive advantage do not depend solely on massive physical infrastructure or hyperscale data center investments. Instead, they rely heavily on an organization's dynamic capabilities to proactively restructure resources, cultivate a data-driven culture, and maintain high flexibility in responding to emerging data sovereignty and cybersecurity regulations. This study provides a comprehensive strategic foresight framework that assists both major telecom operators and policymakers in Thailand. It offers actionable guidelines for navigating the paradigm shift toward an AI-native ecosystem under the National AI Strategy Phase 2 (NAIS Phase 2).

Keywords: Artificial Intelligence, Telecommunications Industry, Scenario Analysis, Resource-Based View, Dynamic Capabilities

บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา อุตสาหกรรมโทรคมนาคมได้รับการยอมรับว่าเป็นโครงสร้างพื้นฐานวิกฤตระดับชาติ (Critical National Infrastructure) ที่ขับเคลื่อนการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัล (Verhoef et al., 2021) สำหรับประเทศไทย การประเมินมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลในปี พ.ศ. 2566 คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 6 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) หรือมูลค่ากว่า 36,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดการณ์ว่าจะเติบโตขึ้นแตะระดับร้อยละ 11 ภายในปี พ.ศ. 2570 อย่างไรก็ตาม ผู้ให้บริการโทรคมนาคมทั่วโลกต่างกำลังเผชิญกับความท้าทายเชิงโครงสร้างที่สำคัญ ได้แก่ ภาวะรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ (ARPU) ที่ทรงตัวหรือลดลง ท่ามกลางความต้องการใช้งานแบนด์วิดท์และข้อมูล (Data Traffic) ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างทวีคูณ ส่งผลให้เกิดแรงกดดันต่อการลงทุน (CapEx) และต้นทุนการดำเนินงาน (OpEx) อย่างหนัก (Vial, 2019) เพื่อก้าวข้ามข้อจำกัดดังกล่าว เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์เชิงรู้สร้าง (Generative AI หรือ GenAI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในฐานะตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ที่จะช่วยพลิกโฉมโครงข่ายโทรคมนาคมจากการเป็นเพียงท่อส่งข้อมูลสู่การเป็นโครงข่ายที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์แต่กำเนิด (AI-Native Networks) (Letaief et al., 2019) การเปลี่ยนผ่านนี้มีความซับซ้อนและเต็มไปด้วยความไม่แน่นอน (Uncertainties) เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการบรรจบกัน (Convergence) ของเทคโนโลยีหลายแขนง รวมถึงนโยบายการกำกับดูแลระดับชาติและนานาชาติ บริบทของประเทศไทยภายใต้แผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (NAIS) พ.ศ. 2565-2570 ซึ่งปัจจุบันก้าวเข้าสู่ระยะที่ 2 (Phase 2) มุ่งเน้นการสร้างระบบนิเวศด้าน AI ที่แข็งแกร่ง การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการประมวลผล (เช่น ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ LANTA และศูนย์ข้อมูล) และการยกระดับทักษะบุคลากรกว่า 30,000 คน สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดคำถามเชิงยุทธศาสตร์ว่า ผู้ให้บริการโทรคมนาคมและหน่วยงานกำกับดูแลของไทยจะสามารถปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงระดับรากฐานนี้ได้อย่างไร (Dwivedi et al., 2021)

อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ AI ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมมักมุ่งเน้นไปที่มิติเชิงเทคนิควิศวกรรม (Technical Perspective) เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพโครงข่าย หรือข้อจำกัดด้านอัลกอริทึม แต่ยังขาดการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ระดับอุตสาหกรรม (Strategic Perspective) นอกจากนี้ งานวิจัยในต่างประเทศยังไม่สามารถอธิบายบริบทของประเทศไทยที่มีโครงสร้างตลาดแบบผู้ขายน้อยราย (Oligopoly) และมีพลวัตการกำกับดูแลที่เฉพาะตัวได้ ด้วยเหตุนี้ จึงเกิดเป็นช่องว่างการวิจัย (Research Gap) ที่สำคัญ บทความนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวโดยการบูรณาการทฤษฎีการจัดการเชิงกลยุทธ์ที่สำคัญ ได้แก่ มุมมองฐานทรัพยากร (RBV) และทฤษฎีความสามารถพลวัต (DC) เข้ากับการวิเคราะห์ภาพอนาคต (Scenario Analysis) เพื่อวิเคราะห์ความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างเป็นระบบ

วัตถุประสงค์และคำถามการวิจัย

1. เพื่อระบุปัจจัยขับเคลื่อนระดับมหภาค (Macro-drivers) และความไม่แน่นอนเชิงวิกฤต (Critical Uncertainties) ที่กำหนดทิศทางของอุตสาหกรรมโทรคมนาคมไทยภายใต้อิทธิพลของเทคโนโลยี AI ในช่วงปี พ.ศ. 2568-2576
2. เพื่อศึกษาฉากทัศน์ที่เป็นไปได้ (Plausible Scenarios) สำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมไทย รวมถึงวิเคราะห์ผลกระทบของแต่ละฉากทัศน์ที่มีต่อโมเดลธุรกิจ โครงสร้างพื้นฐาน และการกำกับดูแล

3. เพื่อกำหนดแนวทางการปรับใช้ทรัพยากรตามกรอบแนวคิดมุมมองฐานทรัพยากร (RBV) และการยกระดับความสามารถตามกรอบแนวคิดความสามารถพลวัต (DC) ขององค์กรโทรคมนาคม เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืนในยุคที่ AI เป็นศูนย์กลาง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประโยชน์ต่อผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (เช่น AIS, True) ได้รับแนวทางปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมสำหรับการเปลี่ยนผ่านกระบวนการนี้ไปสู่ระบบนิเวศที่ใช้ AI เป็นหลัก (AI-native ecosystem) เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ช่วยให้องค์กรตระหนักถึงความสำคัญของการยกระดับความสามารถเชิงพลวัต (Dynamic Capabilities) เพื่อปรับโครงสร้างทรัพยากรอย่างเชิงรุก และการปลูกฝังวัฒนธรรมองค์กรที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล เป็นกรอบแนวทางในการเตรียมความพร้อมรับมือกับกฎระเบียบด้านอภิปไตยทางข้อมูลและความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ที่กำลังจะเกิดขึ้น ตลอดจนการบริหารจัดการวิกฤตพลังงานเพื่อบรรลุเป้าหมายด้านความยั่งยืน (ESG และ Net Zero)

2. ประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐและผู้กำหนดนโยบาย (เช่น กสทช., สกมช., ETDA) ได้รับข้อมูลเชิงลึกเพื่อนำไปใช้ปรับปรุงรูปแบบการกำกับดูแลให้มีความยืดหยุ่น (Agile Regulation) และส่งเสริมการจัดสรรคลื่นความถี่อัจฉริยะที่เกื้อหนุนนวัตกรรม 5G/6G ช่วยผลักดันหลักการด้านธรรมาภิบาล AI (AI Governance) และมาตรฐานความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ให้กลายเป็นกลไกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในภาคธุรกิจ ให้สอดคล้องและสนับสนุนเป้าหมายของแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติ ระยะที่ 2 (NAIS Phase 2) ในประเด็นการกระจายโอกาสและการลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล (Digital Inclusion)

3. ประโยชน์ในภาพรวมระดับประเทศงานวิจัยนี้ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างการมองการณ์ไกลเชิงกลยุทธ์ (Strategic Foresight Framework) ที่เป็นองค์รวมและทนทานต่อความแปรปรวน ซึ่งจะเป็นเสาหลักสำคัญที่ช่วยให้ประเทศไทยก้าวเดินในยุคแห่งปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างมั่นคง มั่นใจ และรักษาความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจดิจิทัลได้อย่างยั่งยืน

การทบทวนวรรณกรรม

จากการวิเคราะห์บรรณมิติ (Bibliometric Analysis) ในวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์พบว่า งานวิจัยเกี่ยวกับการผสมผสาน AI เข้ากับระบบโทรคมนาคม โดยเฉพาะในบริบทของเครือข่ายกำหนดด้วยซอฟต์แวร์ (Software-Defined Networking: SDN) เครือข่ายแบบอัตโนมัติ (Autonomous Networks) และสถาปัตยกรรม 6G มีการเติบโตอย่างก้าวกระโดด (Mao, Hu, & Hao, 2018) การใช้ AI ในโครงข่ายช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการแบนด์วิธ การจัดสรรทรัพยากร (Resource Provisioning) และการตรวจจับความผิดปกติแบบเรียลไทม์ (Nguyen et al., 2023) ในเชิงธุรกิจ องค์กรโทรคมนาคมกว่าร้อยละ 90 ทั่วโลกกำลังประเมิน นำร่อง หรือประยุกต์ใช้ AI อย่างเต็มรูปแบบ โดยสามารถจำแนกรูปแบบการใช้งาน (Use Cases) หลักได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประยุกต์ใช้ AI ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม

โดเมนการ ประยุกต์ใช้ AI	รายละเอียดและผลกระทบเชิงประจักษ์	อ้างอิง
การบริการและการ สร้างประสบการณ์ ลูกค้า	การใช้ GenAI เป็นผู้ช่วยเสมือนและแชทบอทอัจฉริยะ เพื่อจัดการ ข้อซักถาม ลดอัตราร้อยละของการดำเนินการโดยมนุษย์ และช่วย วิเคราะห์ความต้องการแบบเฉพาะบุคคล (Hyper- personalization) สิ่งนี้นำไปสู่การลดปัญหาลูกค้าย้ายค่าย (Churn Management)	(Davenport & Ronanki, 2018)
โครงข่ายขับเคลื่อน อัตโนมัติ (Autonomous Networks)	การประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อ วิเคราะห์ทราฟฟิกข้อมูล คาดการณ์และแก้ไขปัญหาโครงข่ายด้วย ตนเอง (Self-healing) ทั้งนี้ มาตรฐานของ TM Forum ได้กำหนด ระดับความเป็นอิสระของโครงข่ายไว้ โดยบางองค์กรในไทย สามารถบรรลุถึงระดับ 4 (Level 4) ได้แล้วในบางกระบวนการ	(Jiang et al., 2021)
ความมั่นคงปลอดภัย ไซเบอร์และการ ตรวจจับการทุจริต	องค์กรโทรคมนาคมกว่าร้อยละ 42 ขยายการลงทุนใน AI-driven Security เพื่อรับมือกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่มีความซับซ้อน รวมถึงการวิเคราะห์และป้องกันการทุจริตทางการเงินและการ ชำระเงิน ซึ่งมีอัตราการให้ความสำคัญเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน	(Radanliev et al., 2020)
การดำเนินงานเชิง วิศวกรรมและการ วางแผนโครงข่าย	การใช้โมเดลแบบจำลองเสมือน (Digital Twins) ผสมกับ AI เพื่อ การจำลองและวิเคราะห์ฉากทัศน์ (What-if Scenario Analysis) ของการปรับเปลี่ยนโครงข่ายก่อนการดำเนินการจริง ช่วยประหยัด ต้นทุนการขยายสถานีฐาน และเพิ่มประสิทธิภาพเชิงพื้นที่	(Mohammed et al., 2025)

นอกจากนี้ รายงานระดับโลกชี้ว่า การประมวผล AI อย่างเข้มข้นจะทำให้เกิดความท้าทายใหม่ด้านพลังงาน โดยความต้องการพลังงานของศูนย์ข้อมูล (Data Center) ทั่วโลกอาจเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 165 ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2566 และคาดการณ์ว่าการใช้ไฟฟ้าของศูนย์ข้อมูลทั่วโลกจะสูงถึงประมาณ 1,065 เทราวัตต์ชั่วโมง (TWh) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4 ของการใช้พลังงานโลก (Jones, 2018)

กรอบแนวคิดทางทฤษฎีเกี่ยวกับมุมมองฐานทรัพยากร (RBV) และความสามารถพลวัต (DC)

บทความนี้ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการเชิงกลยุทธ์ระดับสูงสองทฤษฎี ได้แก่ มุมมองฐานทรัพยากร (Resource-Based View - RBV) และ ทฤษฎีความสามารถพลวัต (Dynamic Capabilities - DC) ดังนี้

1. มุมมองฐานทรัพยากร (RBV) ทฤษฎีนี้เสนอว่าองค์กรจะบรรลุความได้เปรียบทางการแข่งขันที่ยั่งยืนได้ หากสามารถครอบครองและควบคุมทรัพยากรที่มีคุณค่า (Valuable) หายาก (Rare) เลียนแบบได้ยาก (Inimitable) และไม่อาจหาตัวแทนได้ (Non-substitutable) หรือที่เรียกว่า ทรัพยากร VRIN (Barney, 1991; Peteraf, 1993) ในบริบทของ AI ในโทรคมนาคม ทรัพยากร VRIN มิได้จำกัดอยู่เพียงแค่คลื่นความถี่หรือสถานีฐานอีกต่อไป แต่ยังครอบคลุมถึง โครงสร้างพื้นฐานข้อมูล (Data Infrastructure) ปริมาณข้อมูลพฤติกรรมลูกค้า มหาศาลที่ถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ โมเดลเฉพาะทาง เช่น โมเดลภาษาขนาดใหญ่ที่ถูกฝึกมาเฉพาะสำหรับ

อุตสาหกรรมโทรคมนาคม (Telecom-specific LLMs) ทุนมนุษย์ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Human Capital) วิศวกรข้อมูลและผู้เชี่ยวชาญด้าน AI ที่มีความสามารถในการพัฒนาระบบ (Mikalef & Gupta, 2021)

2. ความสามารถพลวัต (Dynamic Capabilities - DC) ข้อจำกัดของทฤษฎี RBV คือมีลักษณะคงที่ (Static) ซึ่งไม่เพียงพอต่อการอธิบายอุตสาหกรรมที่เทคโนโลยีผันผวนอย่างรุนแรง ทฤษฎีความสามารถพลวัตจึงถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายกระบวนการที่องค์กรรับรู้ (Sensing) ฉกฉวยโอกาส (Seizing) และปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Transforming/Reconfiguring) ทรัพยากรของตนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมใหม่ (Teece, Pisano, & Shuen, 1997) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ความสามารถทาง AI (AI Capability) เป็นส่วนขยายของความสามารถพลวัต ซึ่งรวมถึงการยกระดับวัฒนธรรมที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-driven Culture) การจัดการการเปลี่ยนแปลง (Change Management) และความสามารถพลวัตข้ามองค์กร (Interorganizational Dynamic Capabilities) ในการบริหารจัดการระบบนิเวศพันธมิตร (Ecosystem Orchestration) อย่างเช่น การร่วมมือกับผู้ให้บริการระบบคลาวด์ (Mikalef et al., 2019)

บริบทเชิงนโยบายและพลวัตอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทย

สภาวะการแข่งขันและการพัฒนาเทคโนโลยีในไทยได้รับแรงขับเคลื่อนอย่างมีนัยสำคัญจากยุทธศาสตร์ระดับชาติและการตื่นตัวของภาคเอกชน ดังนี้

1. แผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติ (NAIS) ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2567-2570) ยุทธศาสตร์ชาติด้าน AI ของไทย (NAIS) ได้ก้าวเข้าสู่ระยะที่ 2 โดยมุ่งเน้นการขยายผลการใช้งานใน 10 สาขาเป้าหมายหลัก และกำหนดโครงการนำร่องที่สำคัญ 6 โครงการ ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลการท่องเที่ยวขนาดใหญ่ การใช้ AI ในอุตสาหกรรมการผลิต การป้องกันการทุจริตทางการเงิน การยกระดับศูนย์ให้คำปรึกษาด้านธรรมาภิบาล AI (AIGC) การทดสอบมาตรฐานไบโอเมตริกส์ และโมเดลภาษาขนาดใหญ่ของไทย (Thai LLM) และที่สำคัญที่สุดคือการพัฒนาโมเดลภาษาขนาดใหญ่ของไทย (Thai LLM) เช่น โครงการ OpenThaiGPT ซึ่งปัจจุบันได้พัฒนาขีดความสามารถในการประมวลผลพารามิเตอร์ขนาดใหญ่และถูกฝึกฝน (Pre-trained) ด้วยฐานข้อมูลภาษาไทยและบริบทวัฒนธรรมไทยอย่างเฉพาะเจาะจง โมเดลโอเพนซอร์สเหล่านี้กำลังกลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้ให้บริการโทรคมนาคมสามารถนำไปปรับจูน (Fine-tuning) เพื่อสร้างบริการลูกค้าสัมพันธ์อัตโนมัติ (Automated CRM) หรือผู้ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเครือข่ายที่มีความแม่นยำทางภาษา ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างชาติ และเพิ่มความปลอดภัยด้านข้อมูล แผนดังกล่าวยังตั้งเป้าหมายในการผลิตบุคลากรด้าน AI จำนวน 30,000 คน ภายในปี พ.ศ. 2570 และขับเคลื่อนผ่านการสนับสนุนงบประมาณจากหลายภาคส่วน รวมถึงกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรคมนาคม และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) ภายใต้สำนักงาน กสทช. (NBTC)

2. พลวัตและสภาวะตลาดของผู้ให้บริการโทรคมนาคม ภายหลังการควบรวมกิจการ ตลาดโทรคมนาคมของไทยตกอยู่ภายใต้การขับเคลื่อนของผู้ให้บริการรายใหญ่สองราย ได้แก่

2.1 บริษัท โทร คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) มีกลยุทธ์มุ่งเน้นการเป็นบริษัทโทรคมนาคม-เทคโนโลยี (Telecom-Tech Company) เติมรูปแบบ โดยประกาศจัดตั้งตำแหน่งประธานเจ้าหน้าที่บริหารด้านข้อมูลและ AI (Chief Data and AI Officer) เพื่อนำองค์กรสู่แนวทาง AI-First ยิ่งไปกว่านั้น True Corp ได้รับการรับรองจากสมาคม TM Forum ว่ามีความสามารถในการบริหารจัดการโครงข่ายอัตโนมัติถึงระดับที่ 4 (Autonomous Network Level 4) ซึ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพของระบบ AI ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้งาน ล่วงหน้าและปรับปรุง

ประสิทธิภาพโครงข่ายอัตโนมัติ ซึ่งส่งผลให้ประหยัดพลังงานได้เทียบเท่ากับการปลูกต้นไม้กว่า 4.2 ล้านต้นต่อปี (Cenamor, Parida, & Wincent, 2019)

2.2 บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) (AIS) มุ่งสู่วิสัยทัศน์ Cognitive Tech-Co โดยแบ่งโครงสร้างการใช้ AI ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ Use Cases (เพื่อการบริการแบบอัตโนมัติ) ระดับ Technology Platform (ผ่านโครงข่าย 5G และระบบคลาวด์) และระดับ AI Governance (การกำกับดูแลจริยธรรม) นอกจากนี้ AIS ยังรุกตลาดศูนย์ข้อมูลอย่างหนักผ่านความร่วมมือกับ Gulf และ Singtel (GSA Data Center) เพื่อรองรับการประมวลผล AI ขนาดใหญ่ในพื้นที่เศรษฐกิจ

3. พัฒนาการด้านการกำกับดูแล (Regulatory Environment) การสร้างความสมดุลระหว่างนวัตกรรมและความมั่นคงเป็นสิ่งท้าทาย สำนักงานคณะกรรมการการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แห่งชาติ (สกมช. หรือ NCSA) ได้เผยแพร่ร่างคู่มือแนวปฏิบัติด้านความมั่นคงปลอดภัยสำหรับ AI (AI Security Guideline) ประจำปี พ.ศ. 2568 โดยทำงานประสานกับ พ.ร.บ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) เพื่อควบคุมความเสี่ยงของเทคโนโลยี GenAI ต่อข้อมูลสาธารณะ ควบคู่ไปกับศูนย์ AIGC ภายใต้สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (ETDA) ที่ผลักดันคู่มือธรรมาภิบาล AI ให้กับองค์กรต่างๆ ในส่วนของคลื่นความถี่ กสทช. ได้แสดงจุดยืนในการปรับปรุงข้อบังคับเพื่อเปิดทางรับนวัตกรรมใหม่ๆ เช่น การอนุญาตใช้งานคลื่นความถี่ร่วมและโครงข่ายผ่านดาวเทียม (ESIMs) ซึ่งเป็นการยืนยันสิทธิทางอธิปไตยของชาติเหนือแนวทางปฏิบัติบางประการของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) (Cath et al., 2018)

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยการวิเคราะห์ฉากทัศน์เชิงคุณภาพผสมผสาน (Qualitative Scenario Analysis) ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้ในการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning) ในสภาวะแวดล้อมที่มีความคลุมเครือและคาดเดาได้ยาก (VUCA) โดยอ้างอิงโครงสร้างกระบวนการวิเคราะห์จากเอกสารทางวิชาการและการทบทวนวรรณกรรม (Schoemaker, 1993; Bradfield et al., 2005) กระบวนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การระบุขอบเขตและรวบรวมข้อมูล โดยวิเคราะห์บทบาทของเทคโนโลยี AI ต่ออุตสาหกรรมโทรคมนาคมไทยและโลก ครอบคลุมกรอบเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2568 ถึง 2576 (ค.ศ. 2025 - 2033) โดยรวบรวมทุติยภูมิ (Secondary Data) จากฐานข้อมูลทางวิชาการระดับนานาชาติของฐานข้อมูล Scopus รายงานของสถาบันที่ปรึกษาเชิงกลยุทธ์ระดับโลก ได้แก่ McKinsey, Deloitte, GSMA, World Economic Forum และรายงานเชิงนโยบายระดับชาติของไทย ได้แก่ เอกสาร กสทช., รายงานประจำปี NAIS 2024, รายงานความยั่งยืนของ AIS และ True

2. การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมมหภาคด้วยกรอบ STEEP โดยการระบุปัจจัยขับเคลื่อนระดับมหภาค (Macro-drivers) ครอบคลุม 5 มิติ ได้แก่ สังคม (Social) เทคโนโลยี (Technological) เศรษฐกิจ (Economic) สิ่งแวดล้อม (Environmental) และการเมือง/การกำกับดูแล (Political/Regulatory) เพื่อประเมินผลกระทบและความไม่แน่นอน (Vecchiato, 2012)

3. การคัดเลือกความไม่แน่นอนเชิงวิกฤตและการสร้างแกนฉากทัศน์ มีการดำเนินการวิเคราะห์ผลกระทบไขว้ (Cross-Impact Analysis) เบื้องต้น เพื่อจัดลำดับปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมสูงที่สุด (Highest Impact) และมีทิศทางที่คาดเดาได้ยากที่สุด (Highest Uncertainty) นำมาสร้างเป็นแกนสมมติฐานหลัก 2 แกน

(Axes of Uncertainty) จัดกันเป็นตารางเมทริกซ์แบบ 2x2 (2x2 Scenario Matrix) ซึ่งจะก่อให้เกิดภาพจำลองอนาคตที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ (Amer, Daim, & Jetter, 2013)

4. การพัฒนาเรื่องราวฉากทัศน์และการวิเคราะห์ที่สำคัญ โดยสร้างคำอธิบายเชิงลึก (Narratives) สำหรับอนาคตทั้ง 4 รูปแบบ พร้อมทั้งเชื่อมโยงผลลัพธ์กลับสู่ทฤษฎีมุมมองฐานทรัพยากร (RBV) และความสามารถพลวัต (DC) เพื่อพัฒนาเป็นข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์เชิงรุกและรับ (Robust and Contingent Strategies)

5. ด้านจริยธรรมการวิจัย

5.1 ความขัดแย้งทางผลประโยชน์ (Conflict of Interest Declaration) ผู้วิจัยขอรับรองว่าไม่มีความขัดแย้งทางผลประโยชน์ใดๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการเงิน ความสัมพันธ์ส่วนบุคคล หรือผลประโยชน์ทับซ้อนอื่นใดที่อาจส่งผลกระทบต่อความเป็นกลางของงานวิจัยนี้

5.2 การปฏิบัติตามหลักจริยธรรมการวิจัย (Ethical Declaration) บทความวิจัยฉบับนี้ดำเนินการศึกษาผ่านการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) การทบทวนวรรณกรรม และระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบวิเคราะห์ฉากทัศน์ (Qualitative Scenario Analysis) โดยไม่ได้ทำการทดลองในมนุษย์หรือสัตว์ และไม่ได้ละเมิดข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างใดๆ จึงไม่เข้าข่ายที่ต้องขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (IRB Exemption) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามจรรยาบรรณนักวิจัยอย่างเคร่งครัดในการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลอย่างถูกต้องและปราศจากการคัดลอกผลงานทางวิชาการ (Plagiarism)

5.3 การใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI Usage Declaration) ผู้วิจัยขอรับรองว่าผลงานวิจัยและบทความวิชาการฉบับนี้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ข้อมูล และเรียบเรียงเนื้อหาด้วยความสามารถของผู้วิจัยเองทั้งสิ้น โดยไม่ได้ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models: LLMs) หรือเครื่องมือสร้างเนื้อหาอัตโนมัติ (Generative AI) ใดๆ ในขั้นตอนการเตรียม การเขียน หรือการผลิตต้นฉบับบทความนี้

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ปัจจัยและตัวแปรที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลง (STEEP Analysis) เพื่อสร้างฉากทัศน์ที่ครอบคลุม จำเป็นต้องวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนในแต่ละมิติ (Drivers of Change) ที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโทรคมนาคม-AI โดยสรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนหลัก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนระบบนิเวศโทรคมนาคม-AI ของไทยผ่านกรอบ STEEP

มิติ STEEP	ตัวแปรและปัจจัยขับเคลื่อนหลัก (Drivers)	ระดับความไม่แน่นอน
Social (สังคม)	การยอมรับและการรู้เท่าทันสื่อ (Digital & Media Literacy) ได้แก่ ความเชื่อมั่นของสาธารณชนต่อ AI รวมถึงการรับมือกับข่าวปลอม (Disinformation) ช่องว่างทางทักษะ (Skill Gap) ได้แก่ ความสำเร็จของรัฐในการผลิตแรงงานด้าน AI จำนวน 30,000 คนตามเป้าหมาย NAIS Phase 2 เพื่อรองรับอุตสาหกรรม	ปานกลาง-สูง

มิติ STEEP	ตัวแปรและปัจจัยขับเคลื่อนหลัก (Drivers)	ระดับความไม่แน่นอน
Technological (เทคโนโลยี)	วิวัฒนาการของโครงข่ายและฮาร์ดแวร์ ได้แก่ การเปลี่ยนผ่านจาก 5G-Advanced สู่ 6G ที่มี AI ผิ่ตัวเป็นเนื้อเดียว (AI-Native) และนวัตกรรมเซมิคอนดักเตอร์ที่ล้ำสมัย (Strinati et al., 2021) ความฉลาดของ AI (AI Maturation) การก้าวข้ามข้อจำกัดด้านเหตุผล (Complex Reasoning) และการเติบโตของระบบตัวแทนอัตโนมัติ (Agentic AI) หรือ Thai LLM ที่ทรงประสิทธิภาพ	สูงมาก
Economic (เศรษฐกิจ)	วัฏจักรการลงทุน (Investment Super-cycle) ได้แก่ กระแสการลงทุนมหาศาลในศูนย์ข้อมูลไฮเปอร์สเกลระดับร้อยเมกะวัตต์ (MW) ในไทย เช่น ในพื้นที่ EEC และกรุงเทพฯ ความคุ้มค่าของการลงทุน (ROI & Monetization) ได้แก่ แรงกดดันจากรายได้ ARPU ที่เติบโตช้าสวนทางกับต้นทุน CapEx/OpEx ที่สูงขึ้น ผู้ให้บริการต้องหารายได้ผ่านโมเดลใหม่ เช่น B2B AI Services	ปานกลาง-สูง
Environmental (สิ่งแวดล้อม)	วิกฤตพลังงานและรอยเท้าคาร์บอน (Energy Crisis & Carbon Footprint) ได้แก่ ศูนย์ข้อมูลและโครงข่าย AI บริโภคพลังงานมหาศาล สวนทางกับเป้าหมายความยั่งยืนด้าน ESG และ Net Zero ในปี 2030 ของผู้ประกอบการ (Masanet et al., 2020)	ต่ำ (ผลกระทบ เกิดแน่)
Political/Legal (การเมือง/กฎหมาย)	ภูมิทัศน์การกำกับดูแลเชิงซ้อน (Regulatory Landscape) ได้แก่ การบังคับใช้กฎหมาย PDPA การออกร่าง AI Security Guidelines โดย NCSA แนวทางจริยธรรมของ ETDA รวมถึงข้อบังคับด้านคลื่นความถี่ของ กสทช. ที่ส่งผลต่อนวัตกรรม ภูมิรัฐศาสตร์ด้านอธิปไตยดิจิทัล (Geopolitics & Data Sovereignty) ได้แก่ การแบ่งขั้วของเทคโนโลยีระหว่างตะวันตกและเอเชีย ส่งผลต่อห่วงโซ่อุปทานชิปและการใช้ระบบประมวลผลคลาวด์ภายในประเทศ (Zuboff, 2019)	สูงมาก

2. การกำหนดแกนความไม่แน่นอนเชิงวิกฤต (Defining the Axes of Uncertainty) จากการวิเคราะห์ปัจจัย STEEP ข้างต้น ผู้วิจัยได้สกัดความไม่แน่นอนเชิงวิกฤต (Critical Uncertainties) สองประการที่มีผลกระทบและนัยสำคัญทางยุทธศาสตร์สูงสุดต่ออุตสาหกรรมโทรคมนาคม เพื่อนำมาสร้างเป็นแกนหลัก 2 แกน ได้แก่

2.1 แกน X คือ ขีดความสามารถระดับอัตโนมัติและการหลอมรวมของเทคโนโลยี AI (AI Capability & Autonomous Integration) ประกอบด้วย ขั้วซ้าย (Incremental / Fragmented) ขีดความสามารถของ AI พัฒนาแบบค่อยเป็นค่อยไป โมเดล LLM ยังคงมีข้อจำกัดและยังต้องการพึ่งพามนุษย์ โครงข่ายไม่สามารถก้าวสู่การ

จัดการตนเองอย่างสมบูรณ์แบบได้ และข้า้วหา (Hyper-Autonomous / AI-Native) เทคโนโลยีพัฒนาแบบก้าวกระโดด AI กลายเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในโครงสร้าง 6G เกิดเป็นโครงข่ายอัตโนมัติเต็มรูปแบบ (Zero-touch network) และระบบ Agentic AI สามารถตัดสินใจแทนมนุษย์ได้อย่างซับซ้อนและไร้รอยต่อ

2.2 แกน Y คือ สภาพแวดล้อมด้านการกำกับดูแลและอธิปไตยทางดิจิทัล (Regulatory Environment & Digital Sovereignty) ประกอบด้วย ขั้วล่าง (Restrictive / Fragmented Ecosystem) ภาครัฐทั่วโลกและไทย มุ่งเน้นความมั่นคงของชาติเหนือสิ่งอื่นใด (National Security First) มีกฎหมายจำกัดการไหลเวียนของข้อมูลที่เข้มงวดรุนแรง สร้างกำแพงภาษีและนโยบายปกป้องการครอบงำจากต่างชาติ (Protectionism) ส่งผลให้เทคโนโลยีแยกส่วน และขั้วบน (Supportive / Open Ecosystem) รัฐบาลใช้นโยบายแบบเปิดกว้าง (Open Ecosystem) สร้าง Regulatory Sandbox มีการปรับสมดุลระหว่างนวัตกรรมและความปลอดภัย ก่อให้เกิดความร่วมมือข้ามพรมแดนและการลงทุนเทคโนโลยีอย่างไร้ขีดจำกัด (Taddeo & Floridi, 2018)

3. การพัฒนาฉากทัศน์อุตสาหกรรมโทรคมนาคมไทย ปี พ.ศ. 2568-2576 (Scenario Development 2025-2033) เมื่อนำแกนแห่งความไม่แน่นอนทั้งสองมาตัดกัน จะก่อให้เกิดฉากทัศน์แห่งอนาคต 4 รูปแบบ ซึ่งสอดคล้องกับระเบียบวิธีวิจัยและการคาดการณ์ทิศทางระดับโลกของสถาบันชั้นนำ (O'Brien, 2004) ดังตารางที่ 3

การกำกับดูแลแบบเปิดกว้างและสนับสนุน (Supportive)		การกำกับดูแลแบบเข้มงวดและแยกส่วน (Restrictive)
ขีดความสามารถ AI สูง/ก้าวกระโดด (Hyper-Autonomous)	ฉากทัศน์ที่ 1 วิวัฒนาการสู่โครงข่ายปัญญาประดิษฐ์ไร้ขอบเขต (The Global AI-Native Ecosystem)	ฉากทัศน์ที่ 2 ป้อมปราการอธิปไตยไซเบอร์ (The Sovereign AI Fortress)
ขีดความสามารถ AI ต่ำ/ค่อยเป็นค่อยไป (Incremental)	ฉากทัศน์ที่ 3 ผู้ช่วยอัจฉริยะเชิงกลยุทธ์ (The Strategic Copilot)	ฉากทัศน์ที่ 4 สถานะชะงักงันภายใต้แรงเสียดทาน (The Stagnant Oligopoly)

ฉากทัศน์ที่ 1 วิวัฒนาการสู่โครงข่ายปัญญาประดิษฐ์ไร้ขอบเขต (The Global AI-Native Ecosystem) (เงื่อนไข เทคโนโลยี AI ก้าวกระโดด + การกำกับดูแลแบบเปิดกว้าง) ภาพรวมบริบทอนาคต ในฉากทัศน์นี้ เทคโนโลยีพัฒนาถึงขีดสุด Agentic AI สามารถคิด วิเคราะห์ และสั่งการกระบวนการที่ซับซ้อนได้อย่างอิสระและแม่นยำ องค์การกำกับดูแล เช่น กสทช. และ ETDA ออกนโยบายส่งเสริมให้เกิดความร่วมมืออย่างเสรี โดยมีการปรับปรุงกฎหมายความมั่นคงไซเบอร์ (NCSA Guidelines) ให้มีลักษณะยืดหยุ่นและเกื้อหนุนนวัตกรรม ศูนย์ข้อมูล (Data Center) ระดับประเทศขยายตัวอย่างไร้ขีดจำกัดในพื้นที่ภาคตะวันออก (EEC) และทั่วประเทศ การพัฒนา Thai LLM ของภาครัฐกลายเป็นมาตรฐานแบบเปิด (Open Source) ที่ทรงพลังและสามารถเชื่อมต่อกับโครงสร้างระบบของเอกชนได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีผลกระทบต่่อุตสาหกรรมโทรคมนาคมและมุมมองเชิงยุทธศาสตร์ ดังนี้

1.1 การเปลี่ยนผ่านโครงสร้างธุรกิจ ผู้ให้บริการโทรคมนาคม (AIS, True) จะสลัดคราบการเป็นผู้ให้บริการท่อส่งสัญญาณแบบเดิม สู่การเป็นผู้ให้บริการแพลตฟอร์มเทคโนโลยีอัจฉริยะ (Techco) อย่างสมบูรณ์ เครือข่าย

พัฒนาสู่ Autonomous Network Level 5 ระบบสามารถจัดการทราฟฟิก ซ่อมแซมตัวเอง (Self-healing) และเพิ่มลดการใช้พลังงานได้อัตโนมัติร้อยละ 100 (Saad, Bennis, & Chen, 2020)

1.2 แหล่งรายได้ใหม่ นอกเหนือจากค่าบริการข้อมูล องค์กรจะมีรายได้หลักจากการขายบริการ “AI-as-a-Service”, “Network-as-a-Service (NaaS)” และให้เข้าศึกษาภาพการประมวลผล GPU ผ่านระบบศูนย์ข้อมูลของตนแก่ภาคอุตสาหกรรม การเกษตร และเมืองอัจฉริยะ

1.3 การวิเคราะห์ผ่านกรอบ DC โดยองค์กรต้องอาศัยความสามารถพลวัตข้ามองค์กร (Interorganizational Dynamic Capabilities) สูงสุด เพื่อบริหารจัดการความร่วมมือทางธุรกิจกับผู้พัฒนาระบบคลาวด์ข้ามชาติ (Hyperscalers) และสตาร์ทอัพด้านนวัตกรรม (Teece, 2018)

การประเมินตัวชี้วัดเชิงปริมาณ (Expected KPIs) คาดการณ์การลดลงของต้นทุนการดำเนินงาน (OpEx) มากกว่าร้อยละ 30 จากระบบโครงข่ายที่ซ่อมแซมตัวเองได้สมบูรณ์ และรายได้จากบริการ B2B AI-as-a-Service จะเติบโตขึ้นจนมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 20 ของรายได้รวม

ฉากทัศน์ที่ 2 ป้อมปราการอธิปไตยไซเบอร์ (The Sovereign AI Fortress) (เงื่อนไข เทคโนโลยี AI ก้าวกระโดด + การกำกับดูแลแบบเข้มงวดและแยกส่วน) ภาพรวมบริบทอนาคต โดย AI มีพัฒนาการที่ล้ำสมัยและมีศักยภาพสูงมาก ทว่าความหวาดระแวงด้านภูมิรัฐศาสตร์ระหว่างมหาอำนาจ นำไปสู่การแบ่งขั้วของห่วงโซ่อุปทานเทคโนโลยี (Tech Decoupling) อย่างชัดเจน ภาครัฐของไทยมองว่า AI เป็นปัจจัยความมั่นคงแห่งชาติ (National Security Threat) จึงออกกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) ขั้นสูงสุด และข้อบังคับห้ามนำข้อมูลทางยุทธศาสตร์ของชาติออกนอกประเทศเด็ดขาด เกิดกระแสอธิปไตยข้อมูล (Data Sovereignty) อย่างรุนแรง ทำให้การนำเข้าหรือเชื่อมต่อโมเดล AI จากต่างประเทศเป็นเรื่องผิดกฎหมายหรือมีต้นทุนภาษีที่สูงมาก ซึ่งมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมโทรคมนาคมและมุมมองเชิงยุทธศาสตร์ ดังนี้

2.1 วิฤตต้นทุนและการปฏิบัติตามกฎหมาย ผู้ให้บริการโครงข่ายต้องเผชิญกับโครงสร้างต้นทุนที่สูงลิ่วทั้งจากต้นทุนพลังงานของศูนย์ข้อมูลภายในประเทศ (Local Data Centers) และต้นทุนในการปฏิบัติตามข้อบังคับ (Compliance Costs)

2.2 โมเดลบริการคลาวด์ในประเทศ (Sovereign Cloud) ผู้ประกอบการโทรคมนาคมรายใหญ่จะมีความได้เปรียบ หากสามารถเร่งสร้าง “Sovereign AI Infrastructure” ที่ปลอดภัยและตั้งอยู่ในอาณาเขตประเทศไทยเท่านั้น ตอบสนองความต้องการของสถาบันการเงินและหน่วยงานภาครัฐที่ไม่สามารถใช้ระบบคลาวด์สาธารณะจากต่างชาติได้

2.3 การวิเคราะห์ผ่านกรอบ RBV/DC โดยทรัพยากร VRIN ที่มีมูลค่ามหาศาลที่สุดในฉากทัศน์นี้ ไม่ใช่ อัลกอริทึมที่ล้ำหน้าที่สุดระดับโลก แต่คือความน่าเชื่อถือระดับชาติ (National Trust) และโครงสร้างพื้นฐานที่สอดคล้องกับข้อกำหนดอย่างเบ็ดเสร็จ การเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กรเพื่อรับมือกับกฎหมายใหม่แบบวันต่อวัน (Regulatory Agility) ถือเป็นความสามารถพลวัตที่สำคัญที่สุด (Warner & Wäger, 2019)

ต้นทุนการปฏิบัติตามกฎหมาย (Compliance Costs) และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในประเทศจะพุ่งสูงขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 15-20 ส่งผลให้การเติบโตของกำไรสุทธิ (Net Margin Growth) อยู่ในสภาวะทรงตัวหรือลดลงในระยะสั้น

ฉากทัศน์ที่ 3 ผู้ช่วยอัจฉริยะเชิงกลยุทธ์ (The Strategic Copilot) (เงื่อนไข เทคโนโลยี AI ค่อยเป็นค่อยไป + การกำกับดูแลแบบเปิดกว้าง) ภาพรวมบริบทอนาคต การพัฒนาของเทคโนโลยี AI ไม่ได้ก้าวกระโดด

หรือรวดเร็วอย่างที่น่าวิเคราะห์คาดการณ์ไว้ (AI Disappoints/Incremental) ปัญหาข้อมูลลวง (Hallucinations) และข้อจำกัดด้านความสามารถในการเข้าใจบริบทที่ลึกซึ้ง (Contextual Understanding) ทำให้ GenAI ยังไม่สามารถทำงานทดแทนมนุษย์ได้อย่างอิสระ 100% อย่างไรก็ตาม ด้วยนโยบายการกำกับดูแลที่ยืดหยุ่นและเป็นมิตร นวัตกรรมจึงถูกนำมาใช้อย่างสม่ำเสมอในรูปแบบเครื่องมือสนับสนุน (Copilot tools) ให้แก่มนุษย์ ซึ่งมีผลกระทบต่อบุคลากรโทรคมนาคมและมุมมองเชิงยุทธศาสตร์ ดังนี้

3.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Operational Efficiency) อุตสาหกรรมไม่ได้ถูกพลิกโฉมโดยสิ้นเชิง แต่ผู้ให้บริการอย่าง AIS และ True จะสามารถลดต้นทุนการดำเนินการได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ผ่านการใช้ระบบแซทเทไลต์วิเคราะห์ปัญหาลูกค้าเบื้องต้น การนำ AI มาช่วยจัดเรียงข้อมูลภายในองค์กร หรือช่วยวิศวกรตรวจสอบข้อบกพร่องของระบบ ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตภาพรวมได้ราวร้อยละ 10-15

3.2 การแข่งขันด้านทรัพยากรบุคคล เนื่องจากระบบอัตโนมัติไม่สามารถทดแทนวิศวกรและผู้ปฏิบัติงานได้ทั้งหมด การพัฒนาทรัพยากรบุคคลโดยเพิ่มทักษะด้าน AI (AI Literacy and Upskilling) แก่พนักงานจึงเป็นเป้าหมายหลัก

3.3 การวิเคราะห์ผ่านกรอบ RBV องค์กรจะต้องอาศัยข้อมูลลูกค้าและแพลตฟอร์มภายใน (Internal Data & Platforms) เป็นฐานทรัพยากรหลัก เพื่อให้ AI สามารถสกัดข้อมูลเชิงลึกมาช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ (AI-driven Decision Making) ได้อย่างแม่นยำ (Aker et al., 2016)

ประสิทธิภาพการผลิตของบุคลากร (Employee Productivity) เพิ่มขึ้นร้อยละ 10-15 ขณะที่รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ (ARPU) อาจเติบโตเพียงเล็กน้อยที่ร้อยละ 2-5 ต่อปี เนื่องจากเป็นเพียงการปรับปรุงบริการพื้นฐาน

ฉากทัศน์ที่ 4 สภาวะชะงักงันภายใต้แรงเสียดทาน (The Stagnant Oligopoly) (เงื่อนไข เทคโนโลยี AI ค่อยเป็นค่อยไป + การกำกับดูแลแบบเข้มงวดและแยกส่วน) ภาพรวมบริบทอนาคต ฉากทัศน์ที่เป็นดั่งกรณีเลวร้ายที่สุด (Worst-case Scenario) พัฒนาการของ AI สะดุดลงด้วยข้อจำกัดทางเทคนิค ขณะเดียวกันสภาวะตลาดและแนวนโยบายของรัฐกลับเต็มไปด้วยอุปสรรค กฎระเบียบยุ่งยากซับซ้อน ความล่าช้าในการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่ของ กสทช. ประกอบกับต้นทุนพลังงานและการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่สูงลิ่ว ทำให้ประเทศไทยสูญเสียความสามารถในการแข่งขันด้านเศรษฐกิจดิจิทัลระดับภูมิภาคให้แก่ประเทศคู่แข่ง ซึ่งมีผลกระทบต่อบุคลากรโทรคมนาคมและมุมมองเชิงยุทธศาสตร์ ดังนี้

4.1 ผลประกอบการและการลงทุนชะลอตัว ตลาดโทรคมนาคมตกอยู่ในสภาวะผู้ขายน้อยราย (Oligopoly) ที่เน้นการรักษาส่วนแบ่งตลาดเดิม มากกว่าการสร้างบริการสร้างสรรค์มูลค่าใหม่ (Innovation Stagnation) แรงกดดันด้านต้นทุนพลังงานเพื่อระบายความร้อนให้ศูนย์ข้อมูล ทำให้ผู้ให้บริการลังเลที่จะลงทุนอัปเกรดเครือข่ายเป็น 5G-Advanced หรือ 6G แบบครบวงจร

4.2 ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล (Digital Divide) การเข้าถึงเทคโนโลยี AI ถูกจำกัดอยู่เฉพาะกลุ่มองค์กรขนาดใหญ่ที่มีทุนทรัพย์สูง ผู้บริโภคทั่วไปและ SME ไม่สามารถแบกรับต้นทุนเทคโนโลยีได้ ส่งผลให้เป้าหมายของรัฐบาลตาม NAIS ล้มเหลวโดยปริยาย

4.3 การวิเคราะห์ผ่านกรอบ DC ผู้ให้บริการโทรคมนาคมต้องลดบทบาทความสามารถพลวัตด้านนวัตกรรมลง และหันมามุ่งเน้นที่ความสามารถเชิงสถาบัน (Institutional Capabilities) ได้แก่ ความสามารถในการเจรจาต่อรองกับภาครัฐ เพื่อรักษาผลประโยชน์ ขอลดหย่อนมาตรการ และควบคุมกระแสเงินสดให้ผ่านพ้นวิกฤตเศรษฐกิจ (Zollo & Winter, 2002)

อัตราการเติบโตของการลงทุน (CapEx) ในเทคโนโลยีใหม่ลดลงมากกว่าร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับแผนเดิม และมูลค่าทางเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศอาจสูญเสียโอกาสการเติบโตคิดเป็นมูลค่ากว่าหมื่นล้านบาทต่อปี

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ให้บริการโทรคมนาคม ผู้ให้บริการโครงข่ายต้องมองข้ามบทบาทการเป็นผู้ให้บริการท่อส่งสัญญาณ (Connectivity Provider) แบบดั้งเดิม และบูรณาการยุทธศาสตร์ AI ใน 3 มิติหลัก ดังนี้

1.1 การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอัติโนมัติข้อมูล ซึ่งไม่ว่าจะเกิดฉกาทศน์แบบเปิด (Scenario 1) หรือแบบปิด (Scenario 2) แนวโน้มของการควบคุมข้อมูลภายในประเทศจะเข้มข้นขึ้น ผู้ให้บริการที่มีโครงสร้างพื้นฐานการจัดเก็บและการประมวลผลข้อมูลอย่างมหาศาล ย่อมกุมความได้เปรียบ (RBV) การต่อยอดพันธมิตรเชิงกลยุทธ์ เช่น การร่วมทุนระดับไฮเปอร์สเกลของ AIS กับเครือข่ายองค์กรพลังงานและการสื่อสาร (GSA Data Center) และการสร้างศูนย์ข้อมูลของ True IDC ถือเป็นการเดินเกมกลยุทธ์ที่ตอบสนองความสามารถพลวัตในการจับจองพื้นที่ทางธุรกิจ (An et al., 2025)

1.2 การบริหารจัดการวิกฤตพลังงานและวาระความยั่งยืน ซึ่งการขยายตัวของเทคโนโลยี AI มาพร้อมกับต้นทุนทางพลังงานที่ทวีคูณ ผู้ให้บริการจำเป็นต้องใช้ AI เป็นเครื่องมือหลักในการบรรลุเป้าหมาย Net Zero โดยใช้ระบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เข้ามาคาดการณ์ปริมาณการใช้งาน (Traffic Prediction) แบบเรียลไทม์ เพื่อสั่งการเข้าสู่โหมดพัก (Dynamic Sleep Mode) ของสถานีฐานในช่วงที่มีการใช้งานต่ำ นอกจากนี้ การใช้ระบบ AI Digital Twin เพื่อบริหารจัดการการระบายความร้อนในศูนย์ข้อมูล (AI-driven Cooling Optimization) จะสามารถลดค่า PUE (Power Usage Effectiveness) ได้อย่างมีนัยสำคัญ การดำเนินการเหล่านี้ไม่เพียงช่วยลด OpEx เท่านั้น แต่ยังเป็นเงื่อนไขสำคัญในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนสีเขียว (Green Financing) และสร้างมูลค่าเพิ่มทาง ESG ให้นักลงทุนเห็นถึงศักยภาพการเติบโตอย่างยั่งยืนในทุกฉกาทศน์ (Xiao et al., 2025; Hankendi, Coskun, & Sovacool, 2025)

1.3 การปฏิรูปวัฒนธรรมองค์กรและขีดความสามารถมนุษย์ ซึ่งเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรับประกันความสำเร็จ หากปราศจากความสามารถพลวัต (DC) ในการเปลี่ยนผ่านผู้คน องค์กรต้องลดความซับซ้อนของลำดับชั้นการบริหาร (Flatter Structure) ดังที่เห็นการจัดตั้งตำแหน่งหัวหน้าด้านข้อมูลและ AI (Chief Data and AI Officer) ใน True Corp เพื่อเร่งรอบการตัดสินใจ (Decision-making Velocity) ตลอดจนลงทุนในการฝึกอบรมทักษะใหม่ (Reskill/Upskill) ให้แก่บุคลากร เพื่อผสานพลังของมนุษย์และ AI ในลักษณะการทำงานร่วมกันแบบมนุษย์-เครื่องจักร (Human-Machine Collaboration) (Raisch & Krakowski, 2021)

2. สำหรับหน่วยงานกำกับดูแลและผู้กำหนดนโยบาย ซึ่งบทบาทของรัฐบาลคือตัวแปรหลักที่จะดึงให้ประเทศไทยมุ่งสู่ฉกาทศน์ป้อมปราการ (Scenario 2) อันเข้มงวด หรือฉกาทศน์เปิดกว้าง (Scenario 1) อันรุ่งเรือง ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายมี ดังนี้

2.1 การกำกับดูแลแบบยืดหยุ่นและการจัดสรรคลื่นความถี่อัจฉริยะ ซึ่งกฎระเบียบที่แข็งทื่อและล้าสมัยเป็นอุปสรรคสำคัญในการลงทุนโครงข่าย 5G ขั้นสูงและ 6G กสทช. (NBTC) ควรปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารคลื่นความถี่ จากการประมูลล็อตคลื่นแบบตายตัว ไปสู่กระบวนการที่อนุญาตให้มี การใช้คลื่นความถี่ร่วมแบบพลวัต (Dynamic Spectrum Sharing) ที่ขับเคลื่อนด้วย AI (Cognitive Radio) ตลอดจนการอำนวยความสะดวกให้กับการจัดตั้งสถานีฐานอวกาศและการสื่อสารผ่านดาวเทียมวงโคจรต่ำ (LEO/ESIMs) โดยผสานกฎระเบียบภายในประเทศเข้ากับแนวปฏิบัติสากลของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) (Foukas et al., 2017)

2.2 การผลักดันธรรมาภิบาล AI สู่มาตรฐานเชิงปฏิบัติ ซึ่งรัฐบาลควรเร่งต่อยอดหลักการจากคู่มือจริยธรรม AI ของ ETDA (AIGC) และมาตรการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของ NCSA ให้กลายเป็นเครื่องมือที่นำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในภาคธุรกิจและเอกชน โดยควรส่งเสริมการสร้างกลไกตรวจสอบ (Audit Mechanism) สำหรับโมเดล AI ในระบบโทรคมนาคม เพื่อป้องกันอคติของอัลกอริทึม (Algorithmic Bias) และป้องกันการใช้ประโยชน์จากข้อมูลของประชาชนอย่างไม่เป็นธรรม ควบคู่กับการใช้กลไกทดสอบนวัตกรรม (Regulatory Sandbox) (Jobin, Ienca, & Vayena, 2019; Binns, 2018)

2.3 ยุทธศาสตร์เพื่อลดความเหลื่อมล้ำและขยายโอกาสการเข้าถึง ซึ่งภายใต้วัตถุประสงค์ของแผน NAIS Phase 2 รัฐบาล (โดยเฉพาะผ่านกองทุน กทปส.) ต้องเป็นแกนกลางในการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย (R&D) และเปิดกว้างการเข้าถึงโครงสร้างระบบ AI พื้นฐานให้แก่องค์กรขนาดเล็ก (SME) สตาร์ทอัพ และประชาชนทั่วไป ผ่านแนวคิด “AI for Social Good” และโครงการส่งเสริมสถาบันอุดมศึกษา การพัฒนาโมเดลภาษาขนาดใหญ่ฉบับภาษาไทย (Thai LLM) ในรูปแบบเทคโนโลยีระบบเปิด (Open Source) ถือเป็นก้าวสำคัญที่จะปลดแอกประเทศไทยจากการผูกขาดของเทคโนโลยีต่างชาติ และป้องกันความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจดิจิทัลระดับฐานราก (Floridi et al., 2018)

บทสรุป

อุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทยและทั่วโลกกำลังยืนอยู่บนรอยต่อแห่งประวัติศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังของปัญญาประดิษฐ์ อันเป็นเทคโนโลยีที่พลิกโฉมอุตสาหกรรมจากการบูรณาการหลักการวิเคราะห์ฉากทัศน์เชิงยุทธศาสตร์ (Scenario Analysis) ผสมผสานกับกรอบการวิเคราะห์มุมมองฐานทรัพยากร (RBV) และความสามารถพลวัต (DC) บทความวิจัยฉบับนี้ชี้ให้เห็นว่า อนาคตของระบบโทรคมนาคมไทยในช่วงทศวรรษ 2025-2033 ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับความเร็วทางวิศวกรรมโครงข่ายเพียงอย่างเดียว แต่ต้องพึ่งพาปัจจัยความไม่แน่นอนเชิงวิกฤตหลายมิติ ครอบคลุมตั้งแต่ วิวัฒนาการความสามารถระดับอิสระ (Autonomy) ของ AI นโยบายการควบคุมอธิปไตยข้อมูล (Data Sovereignty) ระดับความเข้มงวดของกฎหมายความมั่นคงไซเบอร์ ไปจนถึงความท้าทายในการบริหารต้นทุนพลังงานของศูนย์ข้อมูล (Data Center) มหาศาลที่จะผุดขึ้นในประเทศไทย (Trabucchi et al., 2023) ฉากทัศน์ทั้ง 4 รูปแบบสะท้อนความเป็นไปได้ตั้งแต่การพัฒนาไปสู่เครือข่ายอัจฉริยะอัตโนมัติเต็มรูปแบบอย่างไร้พรมแดน จนถึงความเสี่ยงของการเกิดภาวะชะงักงันเนื่องจากการแบ่งขั้วอำนาจเทคโนโลยีและการต่อต้านของกฎระเบียบที่แข็งแกร่ง เพื่อธำรงไว้ซึ่งข้อได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืน

ผู้ให้บริการโครงข่ายยักษ์ใหญ่อย่าง AIS และ True Corp จำเป็นต้องยกระดับความสามารถพลวัตในการแปรสภาพจากการเป็นเพียงผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Telco) ไปสู่ บริษัทผู้พัฒนาเทคโนโลยี (Techco) ที่มีวัฒนธรรมการทำงานขับเคลื่อนด้วยข้อมูล มีความยืดหยุ่นในการบริหารห่วงโซ่อุปทานบนระบบนิเวศการทำงานร่วม และสามารถประสานโครงสร้างพื้นฐาน Sovereign Cloud เพื่อป้องกันความเสี่ยงและให้บริการขั้นสูงแก่ภาคธุรกิจ (Nambisan et al., 2017) ในท้ายที่สุด เป้าหมายสัมฤทธิ์ผลของการบูรณาการโครงข่าย 5G/6G เข้ากับ AI ตามยุทธศาสตร์ชาติ NAIS ต้องมิใช่วัดจากเพียงผลกำไรและการขยายฐานโครงสร้างทางเทคนิคเท่านั้น หากแต่รวมถึงการเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจ การลดความเหลื่อมล้ำและขยายโอกาสทางดิจิทัลแก่ประชาชนโดยรวม และการรักษาหลักการทางจริยธรรมของ AI (AI Governance) ให้เป็นมาตรฐานที่ตรวจสอบและเชื่อถือได้ การวางแผนทางปฏิบัติที่เป็นองค์รวม ทนทานต่อความแปรปรวน และมุ่งเป้าสู่นาคตที่ยั่งยืน จะเป็นเสาหลักสำคัญให้ประเทศไทยก้าวเดินในยุคแห่งปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างมั่นคงและมั่นใจ

เอกสารอ้างอิง

- Akter, S., Wamba, S. F., Gunasekaran, A., et al. (2016). Optimal soft-order revisions under demand and supply uncertainty and upstream information. *International Journal of Production Economics*, 182, 113–131. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.08.009>
- Alsamhi, S. H., Afghah, F., Sahal, R., et al. (2023). A dual-mode MAC protocol with service differentiation for industrial IoT networks using wake-up radio. *Ad Hoc Networks*, 143, 103111. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2023.103111>
- Amer, M., Daim, T. U., & Jetter, A. (2013). A review of scenario planning. *Futures*, 46, 23–40. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.003>
- Amit, R., & Schoemaker, P. J. H. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14(1), 33–46. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140105>
- An, M., et al. (2025). Effects of artificial intelligence usage and knowledge-based dynamic capabilities on innovation. *Decision Support Systems*, 188, 114454. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2025.114454>
- Andrae, A. S. G. (2020). Hypotheses for primary energy use, electricity use and CO2 emissions of global computing and its shares of the total between 2020 and 2030. *WSEAS Transactions on Power Systems*, 15, 50–59. <https://doi.org/10.37394/232016.2020.15.6>
- Ayoubi, S., Limam, N., Salahuddin, M. A., Shahriar Nirjon, S. M., et al. (2018). Machine learning for cognitive network management. *IEEE Communications Magazine*, 56(1), 158–165. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2018.1700609>
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Barreto, I. (2010). Dynamic capabilities: A review of past research and an agenda for the future. *Journal of Management*, 36(1), 256–280. <https://doi.org/10.1177/0149206309350776>
- Bashroush, R., & Lawrence, A. (2020). Beyond PUE: Tackling IT's wasted terawatts. *Computer*, 53(1), 50–58. <https://doi.org/10.1109/MC.2019.2947023>
- Belkhir, L., & Elmeligi, A. (2018). Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations. *Journal of Cleaner Production*, 177, 448–463. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.239>
- Bharadwaj, A., El Sawy, O., Pavlou, P., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–482. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.03>
- Binns, R. (2018). Fairness in machine learning. *Philosophy & Technology*, 31(4), 543–562. <https://doi.org/10.1007/s13347-017-0296-4>

- Bishop, P., Hines, A., & Collins, T. (2007). Thinking about the future using scenarios. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(8), 1375–1394.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.10.010>
- Bradfield, R., Wright, G., Burt, G., Cairns, G., & Van Der Heijden, K. (2005). The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures*, 37(8), 795–812. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.01.003>
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2021). The productivity J-curve: How AI reshapes business performance. *Journal of Economic Perspectives*, 35(4), 3–24.
<https://doi.org/10.1257/jep.35.4.3>
- Cath, C., Wachter, S., Mittelstadt, B., Taddeo, M., & Floridi, L. (2018). Artificial intelligence and the ‘good society’: The US, EU, and UK approach. *Science and Engineering Ethics*, 24(2), 505–528. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9901-7>
- Cenamor, J., Parida, V., & Wincent, J. (2019). How entrepreneurial SMEs compete through digital platforms: The roles of digital platform capability, network capability and ambidexterity. *Journal of Business Research*, 100, 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.03.035>
- Chen, Y., Wang, Y., Nevo, S., Jin, J., Wang, L., & Chow, W. (2014). IT capability and firm performance. *MIS Quarterly*, 38(1), 1–22. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2014/38.1.01>
- Chermack, T. (2005). Studying scenario planning. *Futures*, 37(1), 59–75.
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.04.001>
- Clauss, T. (2017). Measuring business model innovation: Conceptualization, scale development, and proof of performance. *R&D Management*, 47(3), 385–403.
<https://doi.org/10.1111/radm.12186>
- Cowls, J., & Floridi, L. (2018). Prolegomena to a white paper on AI governance. *Minds and Machines*, 28, 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Dang, S., et al. (2020). What should 6G be? *Nature Electronics*, 3, 20–29.
<https://doi.org/10.1038/s41928-019-0355-6>
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.003>
- Dierickx, I., & Cool, K. (1989). Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management Science*, 35(12), 1504–1511.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.35.12.1504>
- Drnevich, P. L., & Kriauciunas, A. P. (2011). Clarifying the conditions and limits of the contributions of ordinary and dynamic capabilities to relative firm performance. *Strategic Management Journal*, 32(3), 254–279. <https://doi.org/10.1002/smj.882>

- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., et al. (2019). Big data analytics capability in supply chain. *Transportation Research Part E*, 114, 343–363.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.01.013>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, D. L., Ismagilova, E., et al. (2021). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives. *International Journal of Information Management*, 57, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Academy of Management Review*, 25(5), 1105–1121. <https://doi.org/10.5465/AMR.2000.3707718>
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., et al. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Foss, N. J., & Saebi, T. (2017). Fifteen years of research on business model innovation: How far have we come, and where should we go? *Journal of Management*, 43(1), 200–227.
<https://doi.org/10.1177/0149206316675927>
- Foukas, X., Patounas, G., Elmokashfi, A., & Marina, M. K. (2017). Network slicing in 5G: Survey and challenges. *IEEE Communications Magazine*, 55(5), 94–100.
<https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600951>
- Gupta, M., & George, J. (2016). Toward the development of big data analytics capability. *Information & Management*, 53(8), 1049–1064. <https://doi.org/10.1016/j.im.2016.07.004>
- Hankendi, C., Coskun, A. K., & Sovacool, B. K. (2025). Why transparency matters for sustainable data centers and carbon-neutral artificial intelligence (AI). *iScience*, 28(3), 113705.
<https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.113705>
- Helfat, C. E., & Peteraf, M. A. (2003). The dynamic resource-based view: Capability lifecycles. *Strategic Management Journal*, 24(10), 997–1010. <https://doi.org/10.1002/smj.332>
- Jiang, W., Strufe, T., Schotten, H. D., & Miao, B. (2021). Machine learning-based network automation and orchestration in 5G and beyond. *IEEE Wireless Communications*, 28(2), 49–55. <https://doi.org/10.1109/MWC.001.2000265>
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
- Jones, N. (2018). How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. *Nature*, 561(7722), 163–166. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-06610-y>
- Kane, G., Palmer, D., Phillips, A., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. *MIT Sloan Management Review*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2743253>
- Koomey, J. (2011). Growth in data center electricity use. *Analytics Press*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1792101>

- Ködding, P., Ellermann, K., Koldewey, C., & Dumitrescu, R. (2023). Scenario-based foresight in the age of digitalization and artificial intelligence – Identification and analysis of existing use cases. *Procedia CIRP*, 119, 639–644. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.01.015>
- Ksentini, A., & Nikaein, N. (2020). Toward enforcing network slicing on RAN: Flexibility and resources abstraction. *IEEE Communications Magazine*, 58(7), 102–108. <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.1900516>
- Letaief, K. B., Chen, W., Shi, Y., Zhang, J., & Zhang, Y.-J. A. (2019). The road map to 6G: AI empowered wireless networks. *IEEE Communications Magazine*, 57(8), 84–90. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2019.1900271>
- Li, F. (2020). The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119951. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119951>
- Malmodin, J., & Lundén, D. (2018). The energy and carbon footprint of the global ICT and E&M sectors 2010–2015. *Sustainability*, 10(9), 3027. <https://doi.org/10.3390/su10093027>
- Mao, Q., Hu, F., & Hao, Q. (2018). Deep learning for intelligent wireless networks: A comprehensive survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), 2595–2621. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2846401>
- Martin, K. (2019). Ethical implications and accountability of algorithms. *Journal of Business Ethics*, 160(4), 835–850. <https://doi.org/10.1007/s10551-018-3921-3>
- Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. *Science*, 367(6481), 984–986. <https://doi.org/10.1126/science.aba3758>
- Mikalef, P., & Gupta, M. (2021). Artificial intelligence capability and firm performance. *Information Systems Frontiers*, 23, 1281–1299. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10045-7>
- Mikalef, P., & Pateli, A. (2017). Information technology-enabled dynamic capabilities and their indirect effect on competitive performance. *Journal of Business Research*, 70, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.09.004>
- Mikalef, P., Boura, M., Lekakos, G., & Krogstie, J. (2019). Big data analytics capabilities and innovation. *Information & Management*, 56(8), 103179. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.03.003>
- Mikalef, P., Gupta, M., Pappas, I. O., & Krogstie, J. (2021). Big-data analytics capabilities and innovation: The mediating role of dynamic capabilities and moderating effect of the environment. *British Journal of Management*, 32(4), 1–22. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12470>

- Mittelstadt, B., et al. (2016). Ethics of algorithms. *Big Data & Society*, 3(2).
<https://doi.org/10.1177/2053951716679679>
- Mohammed, S. A., Murad, S. S., Albeyboni, H. J., Soltani, M. D., Ahmed, R. A., Badeel, R., & Chen, P. (2025). Supporting global communications of 6G networks using AI, digital twin, hybrid and integrated networks, and cloud: Features, challenges, and recommendations. *Telecom*, 6(2), 35. <https://doi.org/10.3390/telecom6020035>
- Mytton, D. (2021). Data centre water consumption. *npj Clean Water*, 4(1), 11.
<https://doi.org/10.1038/s41545-021-00101-w>
- Nambisan, S., Lyytinen, K., Majchrzak, A., & Song, M. (2017). Digital innovation management: Reinventing innovation management research in a digital world. *MIS Quarterly*, 41(1), 223–238. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2017/41:1.03>
- Nambisan, S., Wright, M., & Feldman, M. (2019). The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*, 48(8), 103773.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.001>
- Nguyen, T. T., Reddi, V. J., et al. (2023). A survey of AI and machine learning for network optimization and automation. *Journal of Network and Computer Applications*, 214, 103612. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2022.103612>
- O'Brien, F. (2004). Scenario planning: Lessons for practice. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(7), 709–724. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2003.10.007>
- Pavlou, P. A., & El Sawy, O. A. (2011). Understanding the elusive black box of dynamic capabilities. *Decision Sciences*, 42(1), 239–273. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2010.00287.x>
- Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view. *Strategic Management Journal*, 14(3), 179–191. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140303>
- Protogerou, A., Caloghirou, Y., & Lioukas, S. (2012). Dynamic capabilities and their indirect impact on firm performance. *Industrial and Corporate Change*, 21(3), 615–647.
<https://doi.org/10.1093/icc/dtr049>
- Radanliev, P., De Roure, D., Walton, R., et al. (2020). COVID-19 what have we learned? The rise of AI-enabled cyber risk and ethical considerations. *IEEE Access*, 8, 143301–143310.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3013688>
- Raisch, S., & Krakowski, S. (2021). Artificial intelligence and management. *Academy of Management Review*, 46(1), 192–210. <https://doi.org/10.5465/amr.2018.0072>
- Ramirez, R., Mukherjee, M., Vezzoli, S., & Kramer, A. M. (2015). Scenarios as a scholarly methodology to produce “interesting research”. *Futures*, 71, 70–87.
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.06.006>

- Rohrbeck, R., & Schwarz, J. (2013). Impact of foresight on innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1593–1606. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.004>
- Saad, W., Bennis, M., & Chen, M. (2020). A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems. *IEEE Network*, 34(3), 134–142. <https://doi.org/10.1109/MNET.001.1900287>
- Schoemaker, P. J. H. (1993). Multiple scenario development: Its conceptual and behavioral foundation. *Strategic Management Journal*, 14(3), 193–213. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140304>
- Sebastian, I., et al. (2017). How big old companies navigate digital transformation. *MIS Quarterly Executive*, 16(3), 197–213. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2836172>
- Strinati, E. C., Barbarossa, S., Gonzalez-Jimenez, J. L., et al. (2021). 6G: The next frontier. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 16(3), 12–17. <https://doi.org/10.1109/MVT.2021.3056635>
- Taddeo, M., & Floridi, L. (2018). Regulate artificial intelligence to avert cyber arms race. *Nature*, 556(7701), 296–298. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-04602-6>
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of sustainable enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Trabucchi, D., Bughanza, T., Pellizzoni, E., & Cillo, V. (2023). Platform thinking, AI, and business model innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 190, 122406. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122406>
- Vecchiato, R. (2012). Environmental uncertainty, foresight and strategic decision making. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(3), 436–447. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.07.010>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>

- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J.-f., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- Wang, C. L., & Ahmed, P. K. (2007). Dynamic capabilities: A review and research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 31–51. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00201.x>
- Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation. *Long Range Planning*, 52(3), 326–349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.08.001>
- Winter, S. G. (2003). Understanding dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 24(10), 991–995. <https://doi.org/10.1002/smj.318>
- Wright, G., & Cairns, G. (2011). Scenario thinking. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 240–252. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.08.001>
- Xiao, T., et al. (2025). Environmental impact and net-zero pathways for sustainable artificial intelligence servers in the USA. *Nature Sustainability*. <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01681-y>
- Yoo, Y., Boland, R., Lyytinen, K., & Majchrzak, A. (2012). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization Science*, 23(5), 1398–1408. <https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0771>
- Zhang, C., Patras, P., & Haddadi, H. (2019). Deep learning in mobile and wireless networking: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(3), 2224–2287. <https://doi.org/10.1109/COMST.2019.2904897>
- Zollo, M., & Winter, S. G. (2002). Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities. *Organization Science*, 13(3), 339–351. <https://doi.org/10.1287/orsc.13.3.339.2780>
- Zuboff, S. (2019). Surveillance capitalism and AI governance. *Journal of Information Technology*, 34(1), 3–8. <https://doi.org/10.1177/0268396218824172>