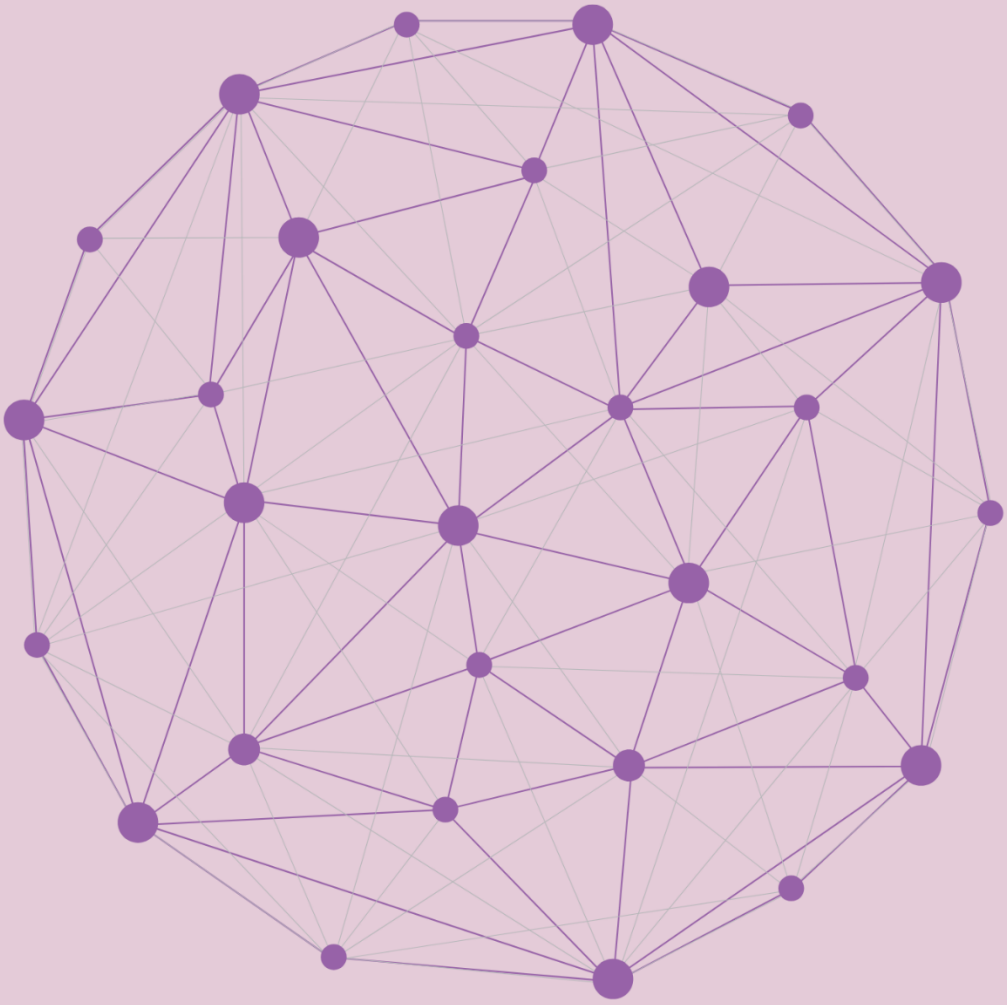
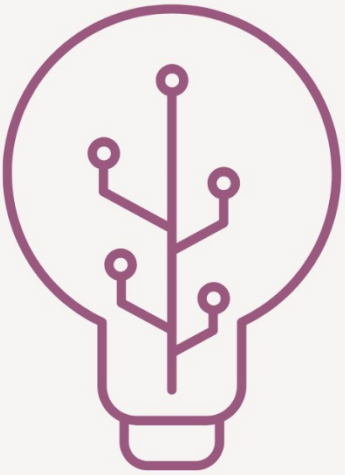
BEYOND TRADE STATISTICS

มองอุตสาหกรรม PHOTONICS ผ่านโครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลัก



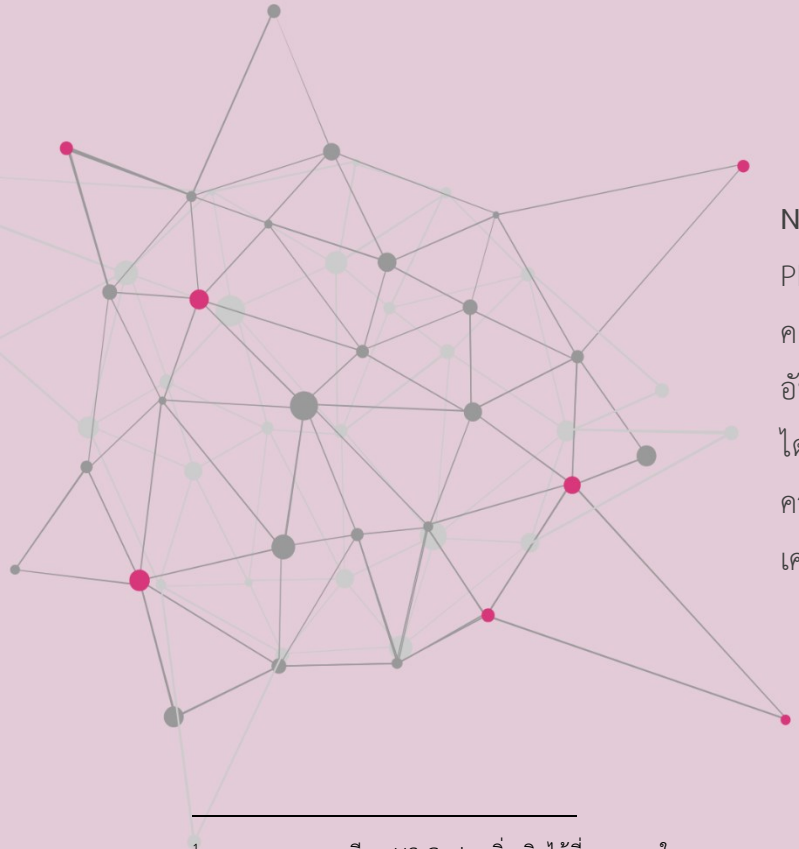
แผนกนโยบายและแผน

ศูนย์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
(E&E INTELLIGENCE UNIT: EIU)
สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



การวิเคราะห์การค้าระหว่างประเทศในอดีตมักให้ความสำคัญกับตัวชี้วัดเชิงปริมาณ เช่น มูลค่าการส่งออก ส่วนแบ่งตลาด และอัตราการเติบโตของการค้า เพื่อประเมินความสามารถในการแข่งขันของประเทศ อย่างไรก็ตาม สำหรับอุตสาหกรรมเทคโนโลยีอย่างโฟโตนิกส์[1] (Photonics) ซึ่งมีลักษณะการผลิตและการพัฒนาเทคโนโลยีที่เชื่อมโยงกันในระดับโลก ตัวชี้วัดดังกล่าวอาจยังไม่เพียงพอที่จะสะท้อนบทบาทที่แท้จริงของแต่ละประเทศในระบบการค้าโลก เนื่องจากประเทศหนึ่งอาจไม่ได้มีมูลค่าการค้าสูงที่สุด แต่กลับมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงห่วงโซ่อุปทาน การกระจายสินค้า การถ่ายทอดเทคโนโลยี และการเชื่อมโยงองค์ความรู้ระหว่างภูมิภาค

ด้วยเหตุนี้ การวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายการค้า (Social Network Analysis: SNA) จึงได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในฐานะเครื่องมือที่ช่วยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประเทศในมิติที่ลึกกว่าการวิเคราะห์การค้าแบบดั้งเดิม โดยมุ่งวิเคราะห์โครงสร้างของเครือข่ายและตำแหน่งของประเทศต่าง ๆ เพื่อระบุว่าประเทศใดเป็นศูนย์กลางของเครือข่าย (Hub) ประเทศใดมีตำแหน่งเชื่อมโยงกลุ่มประเทศต่าง ๆ ภายในแบบจำลองเครือข่าย (Bridge หรือ Broker) และเครือข่ายคู่ค้าหลักมีลักษณะการกระจุกตัวหรือแบ่งออกเป็นกลุ่มภูมิภาค (Community)



บทวิเคราะห์นี้จึงนำแนวคิด **Social Network Analysis** มาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรม Photonics เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลัก ควบคู่กับการวิเคราะห์ตัวชี้วัดการค้าแบบดั้งเดิม อันช่วยให้เห็นบทบาทเชิงโครงสร้างของประเทศต่าง ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และนำไปสู่ความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับความสามารถในการแข่งขันของแต่ละประเทศในบริบทเครือข่ายคู่ค้าหลักที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

[1] สามารถดูรายละเอียด HS Code เพิ่มเติมได้ที่ตาราง ก ในภาคผนวก

ตารางที่ 1 มูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics ของประเทศผู้ส่งออกหลัก 15 อันดับแรกของโลก ปี 2020 - 2025

ประเทศ	มูลค่าการส่งออก (ล้านดอลลาร์สหรัฐ)						ส่วนแบ่งตลาด ปี 2025 (%)
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
1. จีน	121,708	145,024	352,849	328,216	314,889	324,169	28.8
2. เวียดนาม	17,898	24,716	77,556	75,112	77,268	132,328	11.8
3. ฮ่องกง	33,657	39,221	80,979	77,556	80,337	96,219	8.6
4. สหรัฐฯ	46,619	52,018	78,430	82,982	83,991	92,791	8.2
5. เนเธอร์แลนด์	27,923	29,871	56,761	61,271	57,190	61,088	5.4
6. เยอรมนี	36,789	44,101	55,788	58,186	55,035	59,958	5.3
7. สิงคโปร์	19,298	21,805	35,787	37,109	34,222	44,973	4.0
8. เม็กซิโก	22,012	25,565	29,153	34,381	35,989	40,255	3.6
9. อินเดีย	2,049	2,536	12,474	20,433	26,814	38,682	3.4
10. ไต้หวัน	23,112	27,482	26,237	25,142	24,536	29,549	2.6
11. ญี่ปุ่น	25,110	28,922	30,720	27,185	26,297	27,880	2.5
12. มาเลเซีย	13,420	15,286	22,847	24,657	22,662	26,458	2.4
13. ไทย	6,532	7,675	14,762	17,566	19,345	24,625	2.2
14. สาธารณรัฐเช็ก	9,344	11,182	22,775	24,423	26,170	24,141	2.1
15. เกาหลีใต้	17,645	19,311	24,198	20,425	21,188	20,888	1.9
รวมมูลค่าการค้าทั้งหมดของโลก	**509,100**	**601,566**	**1,017,627**	**1,021,690**	**1,017,210**	**1,125,044**	**100**

ที่มา: Global Trade Atlas รวบรวมโดยแผนกนโยบายและแผน สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์การค้าแบบดั้งเดิมจากมูลค่าการส่งออกและส่วนแบ่งตลาดสะท้อนให้เห็นว่าอุตสาหกรรม Photonics ของโลกเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมูลค่าการส่งออกโลกเพิ่มขึ้นจาก 509.1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2020 เป็น 1.13 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2025 หรือเพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่า สะท้อนความต้องการที่เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของการใช้งานอุปกรณ์ที่อาศัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์ (Photonics - Enabled Devices) ในหลากหลายสาขา ทั้งในด้านการแพทย์และสาธารณสุข สารสนเทศและการสื่อสาร ตลอดจนการผลิตอุตสาหกรรม ซึ่งความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ใช้แสงเป็นพื้นฐาน (Light - Based Technology) ได้ก่อให้เกิดนวัตกรรมรูปแบบใหม่ที่สามารถตอบโจทย์ความท้าทายระดับโลกในระยะยาว จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญของการเติบโตของอุตสาหกรรม[2]

ในปี 2025 จีนยังคงเป็นประเทศผู้ส่งออกอันดับ 1 ของโลก ด้วยส่วนแบ่งตลาดกว่าร้อยละ 28.8 รองลงมา ได้แก่ เวียดนาม (ร้อยละ 11.8) ฮ่องกง (ร้อยละ 8.6) สหรัฐฯ (ร้อยละ 8.2) และเนเธอร์แลนด์ (ร้อยละ 5.4) ขณะที่ ไทยมีมูลค่าการส่งออก 24.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็นส่วนแบ่งตลาด ร้อยละ 2.2 และอยู่ในอันดับที่ 13 ของโลก

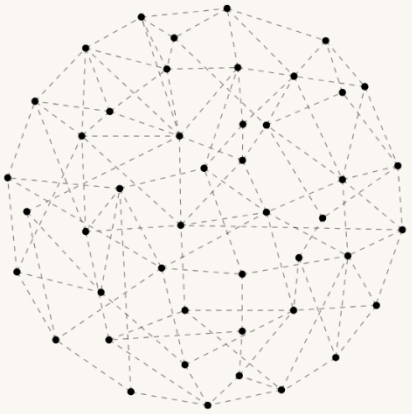
อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์จากมูลค่าการส่งออกเพียงอย่างเดียวสามารถบอกได้เพียงว่า ประเทศใดเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า ประเทศใดมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างการค้าโลก ตัวอย่างเช่น บางประเทศอาจมีมูลค่าการส่งออกไม่สูงมาก แต่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการเชื่อมโยงการค้าระหว่างหลายภูมิภาค ดังนั้น บทวิเคราะห์ในส่วนถัดไปจึงนำ Social Network Analysis มาวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลักของอุตสาหกรรม Photonics เพื่อทำความเข้าใจบทบาทและความเชื่อมโยงของประเทศต่าง ๆ ที่ไม่สามารถสะท้อนผ่านตัวชี้วัดการค้าแบบดั้งเดิมได้

[2] Photonics Market Size, Share & Industry Analysis เข้าถึงได้จาก: https://www.fortunebusinessinsights.com/photonics-market-106525

บทวิเคราะห์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาภาพรวมของเครือข่ายการส่งออกสินค้า Photonics โดยใช้ข้อมูลมูลค่าการส่งออกสินค้ากลุ่ม Photonics จาก Global Trade Atlas และใช้การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (Social Network Analysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของการส่งออกสินค้า Photonics ระหว่างประเทศ โดยจะเน้นศึกษาความสัมพันธ์ของ 15 ประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกในสินค้ากลุ่ม Photonics สูงที่สุดของปี 2025

ในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเครือข่ายการส่งออกสินค้ากลุ่ม Photonics จะพิจารณาจากค่าสถิติที่พบจาก Social Network Analysis ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้

1 เครือข่ายการส่งออกสินค้า PHOTONICS ของประเทศผู้ส่งออกหลัก 15 อันดับแรกของโลก



การศึกษาเครือข่ายการส่งออกสินค้า Photonics จะใช้เครื่องมือการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (Social Network Analysis) ซึ่งเป็นการแสดงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของแผนภาพที่บ่งชี้ความสัมพันธ์ระหว่าง Node หรือในที่นี้ คือ ประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics สูงสุด 15 อันดับแรก และจะศึกษาการส่งออกของประเทศส่งออกไปยังประเทศคู่ค้า 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุด ยกตัวอย่างเช่น จีน มีมูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics สูงสุด 5 อันดับไปยัง ฮ่องกง สหรัฐฯ เวียดนาม อินเดียและญี่ปุ่น หมายความว่า ในการใช้ Social Network Analysis ก็จะปรากฏความสัมพันธ์ระหว่างจีน และ 5 ประเทศข้างต้นเท่านั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ถึงกลุ่มประเทศที่มีความสำคัญในการส่งออกสินค้า Photonics ในแต่ละภูมิภาคได้ โดยในแผนภาพเครือข่ายทางสังคมจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

- ● คือ Node หรือ ประเทศ 15 ประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics สูงที่สุด
- → คือ Directed Edge หรือ ความสัมพันธ์ทิศทางเดียวของการส่งออกสินค้าในกลุ่ม Photonics จากประเทศส่งออกไปยังประเทศคู่ค้า 5 อันดับแรกที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุด

2 การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

การศึกษานี้ประยุกต์ใช้แนวคิด Social Network Analysis โดยอาศัยตัวชี้วัดเชิงเครือข่าย เพื่อวิเคราะห์บทบาทและตำแหน่งของแต่ละประเทศภายในเครือข่ายคู่ค้าหลัก ทั้งนี้ ค่าตัวชี้วัดจะแสดงผลในระดับรายโหนด (Node) หรือรายประเทศ ประกอบด้วย ระดับความเชื่อมโยง (Degree) ความเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยง (Betweenness Centrality) ความเป็นศูนย์กลางเชิงอิทธิพล (Eigenvector Centrality) และการแบ่งกลุ่มของเครือข่าย (Modularity)[3] โดยมีรายละเอียดดังนี้

01 ระดับความเชื่อมโยง (Degree)

เป็นตัวชี้วัดที่ประเมินระดับความเชื่อมโยงของแต่ละโหนด (Node) หรือประเทศ โดยพิจารณาจากจำนวนความเชื่อมโยง (Links) ที่ประเทศนั้นมีอยู่กับประเทศอื่นภายในเครือข่าย โดยคำนวณจากผลรวมของ In-Degree (จำนวนประเทศผู้ส่งออกหลักที่มีประเทศนั้นเป็นหนึ่งในประเทศปลายทางการส่งออก 5 อันดับแรก) และ Out-Degree (จำนวนประเทศคู่ค้าปลายทางที่ประเทศผู้ส่งออกหลักส่งออกไป ซึ่งในการศึกษานี้กำหนดให้พิจารณาเฉพาะ 5 ตลาดส่งออกหลัก) โดยค่า Degree ที่สูงสะท้อนว่าประเทศนั้นมีความสัมพันธ์ทางการค้ากับประเทศคู่ค้าจำนวนมากและมีบทบาทเชื่อมโยงในเครือข่ายคู่ค้าหลัก

02 ความเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยง (Betweenness Centrality)

เป็นตัวชี้วัดที่ประเมินบทบาทของประเทศในฐานะจุดเชื่อมโยงของเครือข่าย โดยคำนวณจากจำนวนครั้งที่ประเทศนั้นปรากฏอยู่บนเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path) ระหว่างประเทศคู่ต่าง ๆ ภายในเครือข่ายการค้า จึงสะท้อนบทบาทของประเทศในฐานะสะพานเชื่อม (Bridge) ที่เชื่อมโยงประเทศหรือกลุ่มประเทศต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยประเทศที่มีค่า Betweenness Centrality สูงจะมีความสำคัญต่อโครงสร้างของเครือข่ายการค้า แม้ว่าจะไม่ได้เป็นประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุดก็ตาม ทั้งนี้ Shortest Path ในการวิเคราะห์หมายถึงเส้นทางการเชื่อมโยงภายในแบบจำลองเครือข่าย (Network Topology) ไม่ใช่เส้นทางการขนส่งสินค้าจริงหรือเส้นทางโลจิสติกส์

03 ความเป็นศูนย์กลางเชิงอิทธิพล (Eigenvector Centrality)

เป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนอิทธิพลของประเทศในเครือข่าย โดยพิจารณาทั้งจำนวนความเชื่อมโยงของประเทศและความสำคัญของประเทศที่เชื่อมโยงด้วย จึงสามารถสะท้อนอิทธิพลของประเทศต่อเครือข่ายโดยรวม ไม่ใช่เพียงจำนวนความเชื่อมโยงโดยตรงเท่านั้น

[3] Social Network Analysis เข้าถึงได้จาก: https://cambridge-intelligence.com/learn/social-network-analysis/

04 การแบ่งกลุ่มของเครือข่าย (Modularity)

เป็นตัวชี้วัดที่ใช้แบ่งประเทศออกเป็นกลุ่ม (Community) ตามรูปแบบความเชื่อมโยงทางการค้า โดยประเทศในกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ทางการค้าใกล้ชิดกันมากกว่ากลุ่มอื่น

ตารางที่ 2 สรุปตัวชี้วัดเชิงเครือข่าย เพื่อวิเคราะห์บทบาทและตำแหน่งของแต่ละประเทศ ภายในโครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลักของอุตสาหกรรม Photonics

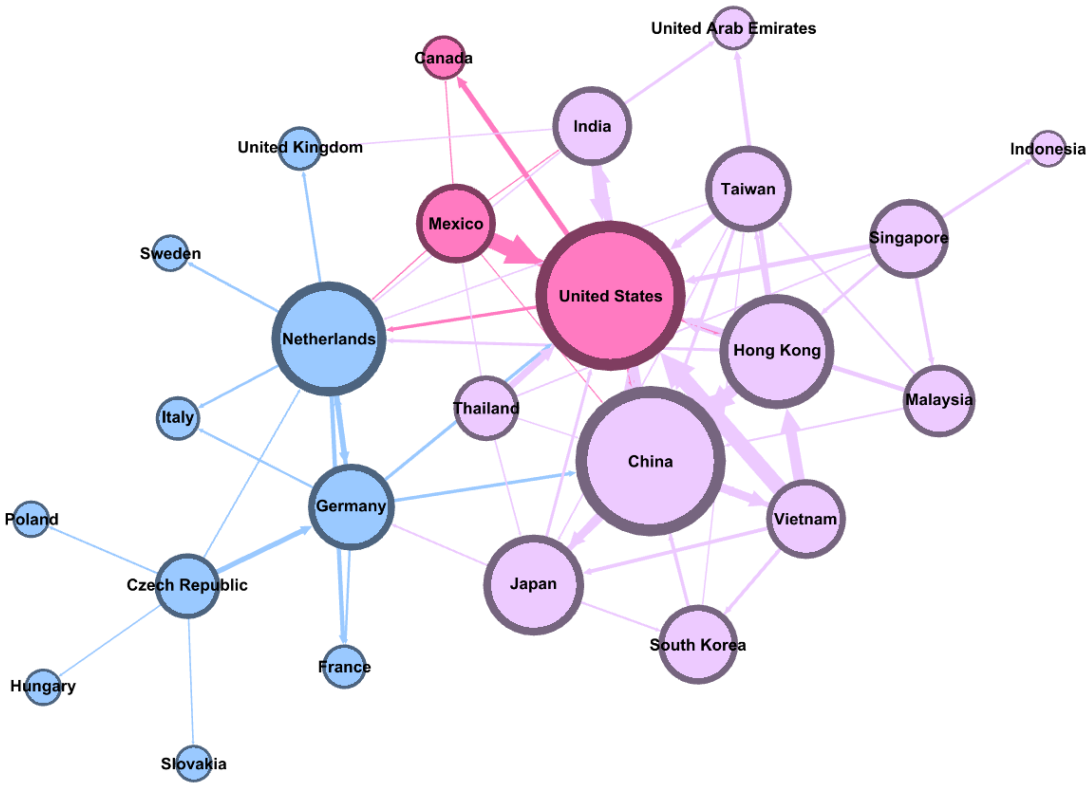
ตัวชี้วัด	คำถามที่ตอบ	สิ่งที่วัด (เชิงปริมาณ)	การตีความ
ระดับความเชื่อมโยง (Degree)	ประเทศนี้มีความเชื่อมโยงกับประเทศคู่ค้ากี่ประเทศ	จำนวนความเชื่อมโยงทั้งหมด (In Degree + Out Degree) หรือจำนวนประเทศคู่ค้าที่เชื่อมโยงกับประเทศนั้น	**ค่าสูง** = มีคู่ค้าจำนวนมาก เชื่อมโยงกับหลายประเทศ **ค่าต่ำ** = มีคู่ค้าจำนวนน้อยและมีความเชื่อมโยงค่อนข้างจำกัด
ความเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยง (Betweenness Centrality)	ประเทศนี้มีบทบาทในการเชื่อมโยงประเทศอื่นมากเพียงใด	จำนวนครั้งที่ประเทศนั้นอยู่บนเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path) ระหว่างประเทศคู่อื่น ๆ	**ค่าสูง** = มีการเชื่อมโยงกับกลุ่มประเทศต่าง ๆ ภายในแบบจำลองเครือข่าย (Connector/ Bridge) **ค่าต่ำ** = มีการเชื่อมโยงระหว่างประเทศอื่น ๆ ในแบบจำลองเครือข่ายน้อย
ความเป็นศูนย์กลางเชิงอิทธิพล (Eigenvector Centrality)	ประเทศนี้เชื่อมโยงกับประเทศที่มีความสำคัญในเครือข่ายมากเพียงใด	อิทธิพลของประเทศจากคุณภาพของความเชื่อมโยง โดยพิจารณาทั้งจำนวนคู่ค้าและความสำคัญของคู่ค้าเหล่านั้น	**ค่าสูง** = เชื่อมโยงกับประเทศที่มีความสำคัญสูง จึงมีอิทธิพลต่อเครือข่ายโดยรวม **ค่าต่ำ** = เชื่อมโยงกับประเทศที่มีบทบาทจำกัดในเครือข่าย
การแบ่งกลุ่มของเครือข่าย (Modularity)	ประเทศนี้อยู่ในกลุ่มเครือข่าย (Community) ใด	การจัดกลุ่มประเทศที่มีความเชื่อมโยงกันหนาแน่น ภายในเครือข่าย	**ค่า Modularity Class** ไม่ได้บ่งบอกว่ามากหรือน้อย แต่ใช้ระบุว่าประเทศอยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศใด

ที่มา: รวบรวมโดยแผนกนโยบายและแผน สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลักของอุตสาหกรรม Photonics

ผลการวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลักของอุตสาหกรรม Photonics ปี 2025 ด้วยวิธี Social Network Analysis (ภาพที่ 1) สะท้อนให้เห็นว่า บทบาทของแต่ละประเทศในเครือข่ายไม่ได้ขึ้นอยู่กับมูลค่าการส่งออกเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งและความเชื่อมโยงภายในเครือข่ายคู่ค้าหลักด้วย

ภาพที่ 1 โครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลักของอุตสาหกรรม Photonics ปี 2025



ที่มา: ข้อมูลมูลค่าการส่งออกของสินค้า Photonics จาก Global Trade Atlas รวบรวมและวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลักของอุตสาหกรรม Photonics ด้วยโปรแกรม Gephi โดยแผนกนโยบายและแผน สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หมายเหตุ: 1) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลมูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics ในปี 2025 ของประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics สูงสุด 15 อันดับแรก ไปยังประเทศคู่ค้า 5 อันดับแรก

2) ประเทศที่ปรากฏในเครือข่ายบางประเทศไม่ได้อยู่ในกลุ่มผู้ส่งออก 15 อันดับแรก แต่ถูกนำมารวมในการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นประเทศคู่ค้าสำคัญของประเทศในกลุ่มตัวอย่าง

3) สีของ Node หรือประเทศ แบ่งตามภูมิภาค (Region) ได้แก่ (1) สีม่วง หมายถึง ภูมิภาคเอเชีย (2) สีชมพู หมายถึง ภูมิภาคอเมริกาเหนือ และ (3) สีฟ้า หมายถึง ภูมิภาคยุโรป

4) สามารถดูผลการวิเคราะห์เพิ่มเติมได้ที่ตาราง ข ในภาคผนวก

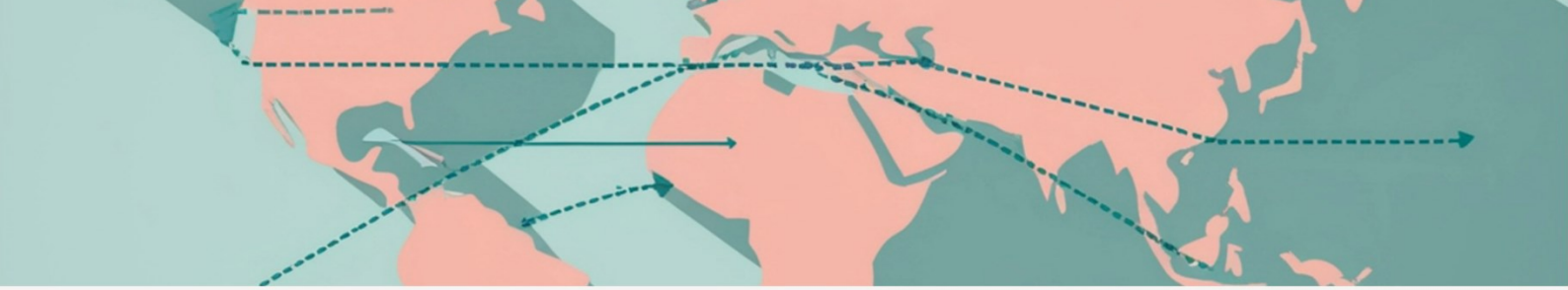
ระดับความเชื่อมโยง (Degree)

เมื่อพิจารณาระดับความเชื่อมโยงของประเทศในเครือข่ายการค้าโลกของอุตสาหกรรม Photonics โดยแยกเป็น ความเชื่อมโยงขาเข้า (In-Degree) และความเชื่อมโยงขาออก (Out-Degree) พบว่า สำหรับความเชื่อมโยงขาเข้า (In-Degree) ซึ่งสะท้อนจำนวนครั้งที่ประเทศหนึ่งถูกประเทศผู้ส่งออกรายอื่นเลือกให้เป็นหนึ่งในตลาดส่งออกหลัก จีนและสหรัฐฯ มีค่า In-Degree สูงที่สุดเท่ากัน (ค่า In-Degree เท่ากับ 12) รองลงมาคือ ฮ่องกงและเนเธอร์แลนด์ (ค่า In-Degree เท่ากับ 7) และญี่ปุ่น (ค่า In-Degree เท่ากับ 5) แสดงให้เห็นว่า ประเทศเหล่านี้เป็นตลาดปลายทางสำคัญที่ประเทศผู้ส่งออก Photonics หลายประเทศให้ความสำคัญ โดยเฉพาะจีนและสหรัฐฯ ซึ่งมีบทบาทเป็นตลาดหลักของเครือข่ายการค้าโลก ขณะที่ฮ่องกงและเนเธอร์แลนด์ยังคงเป็นตลาดปลายทางที่ประเทศผู้ส่งออกหลายประเทศเลือกส่งออกสินค้า โดยฮ่องกงได้รับอานิสงส์จากบทบาทในการเป็นประตูการค้า (Gateway) สู่ตลาดจีน ส่วนเนเธอร์แลนด์ทำหน้าที่เป็นประตูการค้า (Gateway) และศูนย์กลางการกระจายสินค้าสู่ตลาดยุโรป

สำหรับความเชื่อมโยงขาออก (Out-Degree) ซึ่งสะท้อนจำนวนตลาดส่งออกหลักที่นำมาศึกษา โดยพบว่า ประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics สูงสุด 15 อันดับแรก มีค่า Out-Degree เท่ากับ 5 เนื่องจากการศึกษากำหนดให้แต่ละประเทศเชื่อมโยงกับตลาดส่งออกหลัก 5 อันดับแรก ดังนั้น ความแตกต่างของค่า Degree ระหว่างประเทศจึงเกิดจากค่า In-Degree เป็นสำคัญ

ความเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยง (Betweenness Centrality)

เมื่อพิจารณาความเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยง (Betweenness Centrality) ซึ่งใช้วัดบทบาทของประเทศในการเชื่อมโยงเส้นทางการค้าระหว่างประเทศต่าง ๆ ภายในเครือข่าย พบว่า เนเธอร์แลนด์มีค่าสูงที่สุด (ค่า Betweenness Centrality เท่ากับ 49.77) รองลงมาคือ จีน (ค่า Betweenness Centrality เท่ากับ 49.40) สหรัฐฯ (ค่า Betweenness Centrality เท่ากับ 43.90) เยอรมนี (ค่า Betweenness Centrality เท่ากับ 28.42) ฮ่องกง (ค่า Betweenness Centrality เท่ากับ 27.70) และญี่ปุ่น (ค่า Betweenness Centrality เท่ากับ 16.18) สะท้อนว่าประเทศเหล่านี้ทำหน้าที่เชื่อมโยงกลุ่มประเทศต่าง ๆ ภายในแบบจำลองเครือข่าย โดยเฉพาะเนเธอร์แลนด์และฮ่องกง ซึ่งแม้จะมีมูลค่าการส่งออกต่ำกว่าจีนหรือสหรัฐฯ แต่กลับมีบทบาทในการเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างภูมิภาคอย่างโดดเด่น ทั้งนี้ เนเธอร์แลนด์มีบทบาทเป็นศูนย์กลางด้านโลจิสติกส์และการกระจายสินค้าเชื่อมโยงการค้าระหว่างยุโรปกับภูมิภาคอื่น ขณะที่ฮ่องกงมีบทบาทสำคัญในฐานะศูนย์กลางการค้าและการกระจายสินค้าของจีน ทำให้เป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างผู้ส่งออกจากหลายประเทศกับตลาดจีนและตลาดโลก ส่งผลให้มีบทบาทเชิงโครงสร้างในเครือข่ายสูงกว่าที่มูลค่าการส่งออกเพียงอย่างเดียวจะสะท้อนได้



ความเป็นศูนย์กลางเชิงอิทธิพล (Eigenvector Centrality)

เมื่อพิจารณาความเป็นศูนย์กลางเชิงอิทธิพล (Eigenvector Centrality) ซึ่งสะท้อนอิทธิพลของประเทศจากการเชื่อมโยงกับประเทศที่มีความสำคัญในเครือข่าย พบว่า จีนและสหรัฐฯ มีค่าสูงที่สุดเท่ากัน (ค่า Eigenvector Centrality เท่ากับ 1.000) รองลงมาคือ ฮ่องกง (ค่า Eigenvector Centrality เท่ากับ 0.783) เนเธอร์แลนด์ (ค่า Eigenvector Centrality เท่ากับ 0.743) และญี่ปุ่น (ค่า Eigenvector Centrality เท่ากับ 0.449) ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ประเทศเหล่านี้ไม่ได้เป็นเพียงประเทศที่มีจำนวนคู่ค้าสูง แต่ยังเชื่อมโยงกับประเทศที่มีความสำคัญสูงในเครือข่ายด้วย จึงส่งผลให้มีอิทธิพลต่อโครงสร้างภายในแบบจำลองเครือข่ายมากกว่าประเทศอื่น

การแบ่งกลุ่มของเครือข่าย (Modularity)

ผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มของเครือข่าย (Modularity) พบว่า เครือข่ายการค้า Photonics สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก โดยกลุ่มแรก (Modularity Class 0) ประกอบด้วยประเทศในเอเชียเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ จีน ฮ่องกง เวียดนาม ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ กลุ่มที่สอง (Modularity Class 1) ประกอบด้วยประเทศในเอเชียและอเมริกาเหนือบางประเทศ ได้แก่ สหรัฐฯ อินเดีย ไต้หวัน เม็กซิโก สิงคโปร์ มาเลเซีย และไทย ส่วนกลุ่มที่สาม (Modularity Class 2) ประกอบด้วยประเทศในยุโรปเป็นหลัก ได้แก่ เนเธอร์แลนด์ เยอรมนี และสาธารณรัฐเช็ก ผลดังกล่าวสะท้อนว่า เครือข่ายการค้า Photonics มีแนวโน้มรวมกลุ่มตามความเชื่อมโยงทางการค้าและห่วงโซ่อุปทานในระดับภูมิภาค โดยเฉพาะกลุ่มประเทศยุโรปที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างใกล้ชิด ขณะที่ประเทศในเอเชียมีการแบ่งออกเป็นหลายกลุ่มย่อยตามรูปแบบความสัมพันธ์ทางการค้า

บทบาทของประเทศไทยในเครือข่ายการค้า Photonics

ภายใต้เครือข่ายคู่ค้าหลักที่ศึกษา ไทยยังมีตำแหน่งค่อนข้างอยู่รอบนอกของเครือข่าย โดยมีค่า In-Degree เท่ากับ 0 แสดงว่ายังไม่มีประเทศผู้ส่งออกหลักรายใดเลือกไทยเป็นหนึ่งในตลาดส่งออกหลัก ขณะที่ค่า Betweenness Centrality เท่ากับ 0 สะท้อนว่า ไทยยังไม่ได้ทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างประเทศอื่นภายในเครือข่าย และมีค่า Eigenvector Centrality เท่ากับ 0 แสดงให้เห็นว่า ความเชื่อมโยงของไทยกับประเทศที่มีอิทธิพลสูงในเครือข่ายยังอยู่ในระดับจำกัด อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้สะท้อนเฉพาะโครงสร้างเครือข่ายการค้าจากข้อมูลการส่งออกระหว่างประเทศเท่านั้น จึงไม่ได้หมายความว่าไทยไม่มีบทบาทในห่วงโซ่มูลค่าโลกของอุตสาหกรรม Photonics เนื่องจากไทยยังเป็นฐานการผลิตและประกอบอุปกรณ์ Photonics ของผู้ประกอบการชั้นนำระดับโลกหลายราย ซึ่งเป็นจุดแข็งที่สามารถต่อยอดสู่การยกระดับบทบาทในเครือข่ายการค้าโลกได้ในอนาคต

เพื่อวิเคราะห์บทบาทของประเทศในเครือข่ายคู่ค้าหลักของสินค้า Photonics การศึกษานี้ได้จำแนกประเทศโดยพิจารณามูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics และตำแหน่งในเครือข่ายร่วมกัน ซึ่งประเมินจากค่า Betweenness Centrality เนื่องจากตัวชี้วัดดังกล่าวสามารถสะท้อนบทบาทของประเทศเชื่อมโยงกับประเทศคู่ค้าภายในเครือข่ายได้อย่างเหมาะสม ผลการจำแนกบทบาทของประเทศแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจำแนกบทบาทของประเทศตามมูลค่าการส่งออกและตำแหน่งในเครือข่ายประเทศคู่ค้าหลักของผู้ส่งออกสินค้า Photonics

	ตำแหน่งในเครือข่ายสูง (Betweenness Centrality สูง)	**ตำแหน่งในเครือข่ายต่ำ (Betweenness Centrality ต่ำ)**
มูลค่าการส่งออกสูง	ประเทศผู้ส่งออกหลักซึ่งมีบทบาทเชื่อมโยงกลุ่มประเทศต่าง ๆ ภายในแบบจำลองเครือข่าย โดยมีทั้ง**มูลค่าการส่งออกสูง**และ**มีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยง**ประเทศคู่ค้าภายในเครือข่าย ได้แก่ **จีน ฮ่องกง สหรัฐฯ เนเธอร์แลนด์ เยอรมนี**	ประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ที่**มีบทบาทเชื่อมโยงในเครือข่ายค่อนข้างจำกัด** กล่าวคือ แม้จะมี**มูลค่าการส่งออกที่สูง** แต่ก็ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นประเทศเชื่อมโยงประเทศคู่ค้าอย่างเด่นชัด ได้แก่ **เวียดนาม เม็กซิโก สิงคโปร์**
มูลค่าการส่งออกต่ำกว่า	ประเทศที่**มีบทบาทในการเชื่อมโยง**กลุ่มประเทศต่าง ๆ ภายในแบบจำลองเครือข่าย แม้จะ**มีมูลค่าการส่งออกไม่สูง** ได้แก่ **อินเดีย ญี่ปุ่น ไต้หวัน**	ประเทศรอบนอกของเครือข่าย โดยมี**ทั้งมูลค่าการส่งออกและบทบาทในการเชื่อมโยงเครือข่ายค่อนข้างต่ำ** ได้แก่ **เกาหลีใต้ มาเลเซีย ไทย สาธารณรัฐเช็ก**

ที่มา: รวบรวมและเรียบเรียงโดยแผนกนโยบายและแผน สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หมายเหตุ: 1) ระดับตำแหน่งในเครือข่าย พิจารณาจากค่า Betweenness Centrality เนื่องจากตัวชี้วัดดังกล่าวสะท้อนบทบาทของประเทศในการเชื่อมโยงประเทศคู่ค้าภายในเครือข่าย มากกว่าการวิเคราะห์จำนวนคู่ค้าหรือขนาดการส่งออกเพียงอย่างเดียว

2) ค่า Betweenness Centrality สูงและต่ำ จำแนกโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ของค่า Betweenness Centrality ของประเทศทั้งหมดเป็นเกณฑ์

3) มูลค่าการส่งออกสูงและต่ำ จำแนกโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ของมูลค่าการส่งออกของประเทศทั้งหมดเป็นเกณฑ์

ข้อเสนอเชิงนโยบายของไทย

1 ปรับกรอบการกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดของนโยบายอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า มูลค่าการส่งออกเพียงอย่างเดียวไม่สามารถสะท้อนบทบาทของประเทศในเครือข่ายการค้าโลกได้อย่างครบถ้วน ดังนั้น การกำหนดนโยบายอุตสาหกรรมในอนาคตไม่ควรมุ่งเน้นเฉพาะการเพิ่มมูลค่าการส่งออกหรือส่วนแบ่งตลาด แต่ควรให้ความสำคัญกับการยกระดับตำแหน่งของไทยในเครือข่ายการค้าโลกควบคู่กัน โดยภาครัฐควรนำตัวชี้วัดเชิงเครือข่าย (Network KPIs) เช่น ระดับความเชื่อมโยง (Degree) ความเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยง (Betweenness Centrality) และความเป็นศูนย์กลางเชิงอิทธิพล (Eigenvector Centrality) มาใช้ประกอบการติดตามและประเมินผลนโยบาย เพื่อสะท้อนความสามารถในการแข่งขันของประเทศในมิติเชิงโครงสร้างมากยิ่งขึ้น

2 เสริมสร้าง Strategic Connectivity ของประเทศไทย

2.1 ความเชื่อมโยงทางการค้าเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic Trade Connectivity)

ผลการวิเคราะห์ In-Degree และ Betweenness Centrality แสดงให้เห็นว่า ประเทศที่มีบทบาทสำคัญในเครือข่ายไม่ได้เป็นเพียงประเทศที่มีมูลค่าการค้าสูง แต่ยังเป็นประเทศที่ทำหน้าที่เป็น Hub หรือ Gateway เชื่อมโยงการค้าระหว่างภูมิภาค ดังนั้น ไทยควรสร้างความร่วมมือทางการค้าและการลงทุนกับประเทศศูนย์กลางของเครือข่าย เช่น สหรัฐฯ จีน เนเธอร์แลนด์ เป็นต้น รวมถึงประเทศที่ทำหน้าที่เป็น Gateway สู่ตลาดสำคัญ เช่น สิงคโปร์ (เชื่อมโยงสู่อาเซียน) เนเธอร์แลนด์ (เชื่อมโยงยุโรป) และฮ่องกง (เชื่อมโยงจีนและเอเชียตะวันออก) เพื่อขยายโอกาสในการเข้าถึงผู้ซื้อ ผู้ผลิต และเครือข่ายกระจายสินค้าระดับโลก ตลอดจนลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาตลาดส่งออกหลักเพียงไม่กี่แห่ง

2.2 ความเชื่อมโยงทางเทคโนโลยีเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic Technology Connectivity)

ควบคู่กับการสร้างเครือข่ายทางการค้า ไทยควรส่งเสริมความร่วมมือด้านการวิจัย การพัฒนา และการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer) กับประเทศที่มีศักยภาพด้าน Photonics และเซมิคอนดักเตอร์ แม้บางประเทศจะไม่ได้เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายการค้า เช่น ญี่ปุ่น เยอรมนี เกาหลีใต้ และไต้หวัน ผ่านการจัดตั้งศูนย์วิจัยร่วม (Joint R&D Center) การพัฒนาบุคลากร การแลกเปลี่ยนนักวิจัย และการสนับสนุนความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม เพื่อยกระดับขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีและเพิ่มการมีส่วนร่วมของไทยในกิจกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มสูงของห่วงโซ่มูลค่าโลก

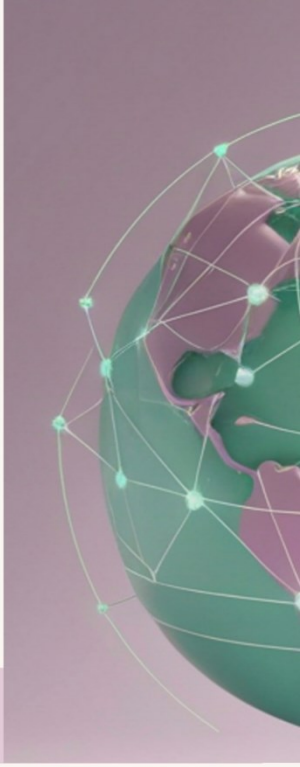
3 ใช้ Social Network Analysis เป็นเครื่องมือสนับสนุนการกำหนดนโยบายการค้าและการลงทุน

ภาครัฐควรบูรณาการการวิเคราะห์เครือข่ายการค้าเข้ากับการติดตามสถานการณ์การค้าและการกำหนดยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถสะท้อนบทบาทเชิงโครงสร้างของประเทศที่การวิเคราะห์มูลค่าการค้าแบบดั้งเดิมไม่สามารถอธิบายได้ โดยควรพัฒนาฐานข้อมูลและ Dashboard สำหรับติดตามตัวชี้วัดเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้ประกอบการกำหนดนโยบายการค้า การส่งเสริมการลงทุน และการเจรจาความร่วมมือระหว่างประเทศ

4 ยกระดับบทบาทของไทยในห่วงโซ่มูลค่าอุตสาหกรรม Photonics โลก

แม้ว่าผลการศึกษาจะพบว่า ไทยยังไม่ได้มีบทบาทเป็นศูนย์กลางของเครือข่ายการค้า แต่ไทยมีจุดแข็งสำคัญในฐานะการเป็นฐานการผลิตและประกอบอุปกรณ์ Photonics ของผู้ประกอบการระดับโลก ดังนั้น ภาครัฐควรใช้ศักยภาพดังกล่าวเป็นฐานในการยกระดับอุตสาหกรรม โดยมุ่งส่งเสริมการลงทุนในกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูง เช่น การออกแบบและพัฒนา Photonic Integrated Circuits (PICs) การพัฒนาเทคโนโลยีการประกอบขั้นสูง (Advanced Packaging) และการออกแบบอุปกรณ์สื่อสารด้วยแสง (Optical Transceiver Design) ควบคู่กับการสนับสนุนงานวิจัย การพัฒนาบุคลากร และการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างภาคอุตสาหกรรมกับสถาบันการศึกษา เพื่อขยายบทบาทของไทยจากฐานการผลิตไปสู่การเป็นฐานนวัตกรรมของอุตสาหกรรม Photonics

5 สร้างความยืดหยุ่นของเครือข่ายการค้า (Social Network Resilience)



ผลการวิเคราะห์พบว่า ตลาดส่งออกของหลายประเทศยังคงกระจุกตัวอยู่ในประเทศปลายทางสำคัญบางแห่ง โดยเฉพาะสหรัฐฯ และจีน ซึ่งอาจเพิ่มความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงของมาตรการทางการค้า ความตึงเครียดทางภูมิรัฐศาสตร์ หรือการหยุดชะงักของห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้น ไทยควรดำเนินนโยบายกระจายตลาดส่งออก สร้างพันธมิตรทางการค้าในหลายภูมิภาค และพัฒนาความยืดหยุ่นของห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Resilience) เพื่อรักษาเสถียรภาพของการส่งออกและลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาตลาดหลักมากเกินไป

ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้มีข้อจำกัดที่ควรพิจารณาในการตีความผลการวิเคราะห์ กล่าวคือ การวิเคราะห์ใช้ข้อมูลการค้าของประเทศผู้ส่งออกสินค้า Photonics หลัก 15 อันดับแรกของโลก จึงสะท้อนโครงสร้างเครือข่ายภายใต้ขอบเขตของประเทศที่ศึกษา และอาจยังไม่ครอบคลุมเครือข่ายการค้า Photonics ของโลกทั้งหมด นอกจากนี้ การศึกษานี้เลือกพิจารณาเฉพาะประเทศคู่ค้าส่งออก 5 อันดับแรกของแต่ละประเทศผู้ส่งออก เพื่อสะท้อนความสัมพันธ์ทางการค้าที่สำคัญที่สุด ส่งผลให้โครงสร้างเครือข่ายมีแนวโน้มสะท้อนบทบาทของประเทศคู่ค้ารายใหญ่เป็นหลัก ขณะที่ความเชื่อมโยงกับประเทศคู่ค้าที่มีมูลค่าการค้ารองลงมาอาจไม่ปรากฏในเครือข่าย ซึ่งอาจส่งผลต่อการประเมินบทบาทของบางประเทศในฐานะตัวกลางหรือประเทศเชื่อมโยงภายในเครือข่าย

นอกจากนี้ การศึกษายังใช้ข้อมูลมูลค่าการส่งออกเป็นพื้นฐานในการสร้างเครือข่ายการค้า จึงสะท้อนเฉพาะความสัมพันธ์ทางการค้าระหว่างประเทศ โดยยังไม่ได้ครอบคลุมความเชื่อมโยงด้านการลงทุน การผลิต การวิจัยและพัฒนา (R&D) และการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญของห่วงโซ่มูลค่าโลก (Global Value Chain) อีกทั้งตัวชี้วัดเครือข่าย เช่น Degree, Betweenness Centrality และ Eigenvector Centrality เป็นการสะท้อนตำแหน่งเชิงโครงสร้าง (Structural Position) ของประเทศภายในเครือข่ายการค้า ไม่ได้หมายความว่าประเทศดังกล่าวเป็นเส้นทางการขนส่งสินค้าจริงหรือเป็นศูนย์กลางด้านโลจิสติกส์ รวมถึง การศึกษาดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์เครือข่ายในลักษณะภาพรวมของปี 2025 จึงยังไม่สามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัตของโครงสร้างเครือข่ายได้

ทั้งนี้ การศึกษาในอนาคตอาจต่อยอดไปสู่การวิเคราะห์เครือข่ายการค้าแบบพลวัต (Dynamic Social Network Analysis) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของบทบาทประเทศและโครงสร้างเครือข่ายการค้าในระยะยาวได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมถึงควรแยกวิเคราะห์เครือข่ายการค้าตามกลุ่มสินค้า Photonics เพื่อสะท้อนบทบาทของประเทศไทยในแต่ละสาขา และสนับสนุนการกำหนดนโยบายอุตสาหกรรมที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

บทสรุป

การศึกษานี้ได้มีการนำแนวคิด Social Network Analysis มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายคู่ค้าหลักของอุตสาหกรรม Photonics เพื่อเสริมการวิเคราะห์การค้าแบบดั้งเดิมที่มุ่งเน้นมูลค่าการส่งออกและส่วนแบ่งตลาด ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์เครือข่ายสามารถอธิบายบทบาทเชิงโครงสร้างของประเทศและระบบการค้าโลกได้อย่างรอบด้านมากขึ้น โดยสะท้อนทั้งระดับความเชื่อมโยง บทบาทในการเป็นจุดเชื่อมโยง และอิทธิพลของประเทศภายในเครือข่าย ซึ่งเป็นมิติที่ไม่สามารถอธิบายได้จากข้อมูลมูลค่าการค้าเพียงอย่างเดียว

ผลการวิเคราะห์พบว่า จีนและสหรัฐฯ เป็นประเทศที่มีบทบาทสำคัญทั้งในด้านมูลค่าการส่งออกและตำแหน่งในเครือข่าย ขณะที่เนเธอร์แลนด์และฮ่องกงแม้มีมูลค่าการส่งออกต่ำกว่าผู้นำของโลก แต่กลับมีบทบาทโดดเด่นในการเชื่อมโยงเครือข่ายการค้าระหว่างภูมิภาค สะท้อนให้เห็นว่าความสำคัญของประเทศในระบบการค้าโลกไม่ได้ขึ้นอยู่กับมูลค่าการค้าหรือส่วนแบ่งตลาดเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งและบทบาทในการเชื่อมโยงประเทศต่าง ๆ ภายในเครือข่ายด้วย

สำหรับประเทศไทย แม้จะเป็นผู้ส่งออกสินค้า Photonics อันดับที่ 13 ของโลกในปี 2025 และมีจุดแข็งในฐานะการเป็นฐานการผลิตและประกอบอุปกรณ์ Photonics ของผู้ประกอบการชั้นนำระดับโลก แต่ผลการวิเคราะห์เครือข่ายกลับชี้ว่า ภายใต้เครือข่ายคู่ค้าหลักที่ศึกษา ไทยยังมีบทบาทเชิงโครงสร้างค่อนข้างจำกัด โดยยังไม่ได้ทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างประเทศต่าง ๆ อย่างเด่นชัด และยังมีความเชื่อมโยงกับประเทศที่มีอิทธิพลสูงในเครือข่ายในระดับไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวไม่ควรตีความว่าไทยมีความสามารถในการแข่งขันต่ำ แต่สะท้อนว่าประเทศไทยยังมีโอกาสในการยกระดับบทบาทจากฐานการผลิตไปสู่การเป็นผู้เล่นที่มีความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์ในเครือข่ายการค้าโลก

จากผลการศึกษา ภาครัฐควรปรับแนวคิดการพัฒนาอุตสาหกรรมจากการมุ่งเพิ่มมูลค่าการส่งออกเพียงอย่างเดียว ไปสู่การยกระดับตำแหน่งของประเทศไทยในเครือข่ายการค้าโลกควบคู่กัน โดยพัฒนาตัวชี้วัดเชิงเครือข่าย (Network KPIs) เพื่อใช้ประกอบการกำหนดนโยบาย พร้อมทั้งส่งเสริม Strategic Connectivity ในสองมิติ ได้แก่ Strategic Trade Connectivity ผ่านการสร้างความร่วมมือทางการค้าและการลงทุนกับประเทศศูนย์กลางและประเทศที่ทำหน้าที่เป็น Gateway ของเครือข่าย และ Strategic Technology Connectivity ผ่านความร่วมมือด้านการวิจัย การพัฒนา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีกับประเทศที่มีความเชี่ยวชาญด้าน Photonics ควบคู่กับการต่อยอดจุดแข็งของไทยในฐานะฐานการผลิตของผู้ประกอบการระดับโลก เพื่อยกระดับสู่กิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงและเพิ่มบทบาทของไทยในห่วงโซ่มูลค่าโลกในระยะยาว

ภาคผนวก

ตาราง ก พิกัดศุลกากร (HS Code) 6 หลัก ของสินค้าโฟโตนิกส์ (รายกลุ่มสินค้า)

กลุ่มสินค้า	พิกัดศุลกากร (HS Code) 6 หลัก
1. การแสดงผล (Displays)	854121, 854129, 854130, 854149, 854151, 854159, 854160, 854190, 900850, 900890, 901310
2. ข้อมูล (Information)	851762, 851779, 902710, 902720, 902781, 902789, 902790, 903010, 903020, 903031, 903032, 903033, 903039, 903040, 903082, 903084, 903089, 903090
3. โฟโตโวลตาอิกส์ (Photovoltaics)	854142, 854143
4. การวัดและการมองเห็นของเครื่องจักร (Measure and Machine Vision)	901110, 901180, 901290, 902730
5. เทคโนโลยีทางการแพทย์ (Medical Technology)	901120, 901190, 901210, 902750
6. แสงสว่าง (Lighting)	854141
7. การสื่อสาร (Communication)	851711, 851713, 851714, 851718, 851761, 851769, 851771, 854411, 854419, 854420, 854430, 854442, 854449, 854460, 854470, 900110.10
8. เทคโนโลยีการผลิต (Production Technology)	845611, 845612, 845620, 845630, 845640, 845650, 845690
9. การป้องกันและความปลอดภัย (Defense and Security)	900510, 900580, 900590, 901380
10. ส่วนประกอบทางแสง (Optical Component)	900110.90, 900120, 900130, 900140, 900150, 900190, 900211, 900219, 900220, 900290, 900410, 900490, 901320, 901390

ที่มา: รายงานการศึกษาความเป็นไปได้และโอกาสของอุตสาหกรรมโฟโตนิกส์ (Photonics) ในประเทศไทย รวบรวมและเรียงเรียงโดยแผนกนโยบายและแผน สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ตาราง ข ผลการวิเคราะห์โครงสร้างเครือข่ายการค้าของประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกสินค้า Photonics สูงสุด 15 อันดับแรก ปี 2025 ด้วยโปรแกรม Gephi

Id	Label	Export Value (Miilion USD)	Region	In Degree	Out Degree	Degree	Eccentricity	Closness Centrality	Harmonic Closness Centrality	Betweeness Centrality	Eigen Centrality	Modularity _Class
CHN	China	324,169	Asia	12	5	17	3	0.533333	0.625	49.4	1	0
HKG	Hong Kong	96,219	Asia	7	5	12	3	0.571429	0.645833	27.7	0.782682	0
USA	United States	92,791	North America	12	5	17	3	0.571429	0.645833	43.9	1	1
VNM	Vietnam	132,328	Asia	2	5	7	3	0.516129	0.614583	5.033333	0.303361	0
IND	India	38,682	Asia	2	5	7	3	0.551724	0.635417	7.666667	0.319672	1
JPN	Japan	27,880	Asia	5	5	10	3	0.551724	0.635417	16.18333	0.448771	0
KOR	South Korea	20,888	Asia	2	5	7	3	0.5	0.604167	1.666667	0.190794	0
ARE	United Arab Emirates*	3,633	Asia	2	0	2	0	0	0	0	0.277386	0
TWN	Taiwan	29,549	Asia	3	5	8	2	0.592593	0.65625	6.016667	0.254804	1
NLD	Netherlands	61,088	Europe	7	5	12	4	0.410256	0.546875	49.76667	0.742625	2
MEX	Mexico	40,255	North America	2	5	7	3	0.551724	0.635417	3.833333	0.256549	1
CAN	Canada*	5,936	North America	2	0	2	0	0	0	0	0.319672	1
DEU	Germany	59,958	Europe	3	5	8	3	0.533333	0.625	28.41667	0.301589	2
FRA	France*	12,530	Europe	2	0	2	0	0	0	0	0.26087	2
SWE	Sweden*	8,707	Europe	1	0	1	0	0	0	0	0.184483	2
ITA	Italy*	17,354	Europe	2	0	2	0	0	0	0	0.26087	2
GBR	United Kingdom*	15,516	Europe	2	0	2	0	0	0	0	0.264238	2
SGP	Singapore	44,973	Asia	2	5	7	3	0.487179	0.578947	3.75	0.010361	1
MYS	Malaysia	26,458	Asia	1	5	6	3	0.487179	0.578947	0.666667	0.009407	1
IDN	Indonesia*	7,556	Asia	1	0	1	0	0	0	0	0.009407	1
THA	Thailand	24,625	Asia	0	5	5	3	0.487805	0.575	0	0	1
CZE	Czech Republic	24,141	Europe	0	5	5	4	0.425532	0.5375	0	0	2
POL	Poland*	10,268	Europe	1	0	1	0	0	0	0	0.00254	2

Id	Label	Export Value (Miilion USD)	Region	In Degree	Out Degree	Degree	Eccentricity	Closness Centrality	Harmonic Closness Centrality	Betweeness Centrality	Eigen Centrality	Modularity _Class
HUN	Hungary*	10,147	Europe	1	0	1	0	0	0	0	0.00254	2
SVK	Slovakia*	7,476	Europe	1	0	1	0	0	0	0	0.00254	2

ที่มา: รวบรวมและเรียบเรียงโดยแผนกนโยบายและแผน สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หมายเหตุ: * คือ ประเทศที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มผู้ส่งออก 15 อันดับแรก แต่ถูกนำมารวมในการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นประเทศคู่ค้าสำคัญของประเทศในกลุ่มตัวอย่าง