

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือน มกราคม 2563 - ธันวาคม 2564

ขวัญกมล ปีกการะโน¹ นุชชิตา ชนะแก้ว²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่อำเภอในจังหวัดกระบี่ ในรูปแบบเครือข่ายทางสังคม (social network) ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 โดยใช้ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกจังหวัดกระบี่ และการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างพื้นที่อำเภอภายในจังหวัดกระบี่ จากระบบเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์ การเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่มีจุดประสงค์ในการเคลื่อนย้ายสุกรเพื่อเข้าโรงฆ่าสัตว์เป็นหลัก เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปแบบของการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม โดยมีหน่วยที่สนใจศึกษา (node) คือ อำเภอในพื้นที่จังหวัดกระบี่ และอำเภอในพื้นที่จังหวัดอื่นที่เป็นต้นทางหรือปลายทางของการเคลื่อนย้ายเข้าหรือออกพื้นที่จังหวัดกระบี่ ผลการศึกษาพบว่า มีการเคลื่อนย้ายสุกรทั้งหมด 13,330 ครั้ง มีจำนวน node ทั้งหมด 74 อำเภอ มีเส้นทางการเคลื่อนย้าย (tie) จำนวน 293 เส้น จากการวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย (individual node analysis) อำเภอในจังหวัดกระบี่ที่มีค่า indegree สูงสุด คือ อำเภอลำทับ ซึ่งมีการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าจากหลายอำเภอ จะมีโอกาสรับโรคจากหลายอำเภอ ส่วนอำเภอที่มีค่า weighted in-degree สูงสุด คือ อำเภอเมืองกระบี่ แม้ว่าไม่ได้เคลื่อนย้ายสุกรเข้าจากหลายอำเภอ แต่พบว่าการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าบ่อยครั้ง ทำให้มีโอกาสสูงที่จะรับโรคจากการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าบ่อยครั้ง ดังนั้นอำเภอเหล่านี้ควรมีการตั้งระบบเฝ้าระวังเชิงรับเพราะมีโอกาสสูงในการรับโรคจากอำเภออื่น จำเป็นต้องตรวจพบโรคได้ทันที่ และควบคุมโรคได้รวดเร็ว ส่วนอำเภอในจังหวัดกระบี่ที่มีค่า outdegree และ weighted out-degree สูง ได้แก่ อำเภอปลายพระยา กล่าวคือมีการส่งออกสุกรไปหลายอำเภอ และบ่อยครั้ง ดังนั้นควรมีการตั้งระบบเฝ้าระวังเชิงรุกในจุดนี้เพื่อตรวจคัดกรองก่อนเคลื่อนย้ายสุกรออกเพื่อลดโอกาสการแพร่กระจายโรคไปยังพื้นที่อื่น ๆ สำหรับการวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อย (subgroup analysis) พบว่า มี 4 อำเภอที่เป็น cut point และการวิเคราะห์ระดับเครือข่าย (network analysis) พบว่าเครือข่ายมีลักษณะแบบ scale free ซึ่งบ่งบอกว่ามี node ที่มีลักษณะเป็น hub หรือจุดเชื่อมโยงกับ node อื่น ๆ ของเครือข่าย ซึ่ง node เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของโรคได้รวดเร็ว ดังนั้น จึงควรมีการตั้งจุดเฝ้าระวังโรคในอำเภอที่เป็น cut point หรือ hub ของเครือข่ายจะมีผลทำให้การควบคุมโรค และการป้องกันการแพร่กระจายของโรคในกรณีเกิดการระบาดดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครือข่ายทางสังคม การเคลื่อนย้าย สุกร จังหวัดกระบี่

ทะเบียนผลงานวิชาการเลขที่ 65(2)-0116(8)-124

¹ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดกระบี่ อ.เมืองกระบี่ จ.กระบี่ 81000

² สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดตรัง อ.เมืองตรัง จ.ตรัง 92000

Social network analysis of swine movements in Krabi province between January 2020 and December 2021

Kwunkamon Pakkarano¹ Nuchtida Chanakaew²

Abstract

This study aimed to describe the relationships of swine movements in Krabi province between January 2020 and December 2021 using social network analysis. Swine movements data, which were outbound movements, inbound movements, and inward movements of Krabi province, were retrieved from the Department of Livestock Development's electronic movement database. The primary purpose of the swine movements in Krabi was to supply slaughterhouses. The results from social network analyzed data showed 13,330 times of swine movements, 74 nodes in which the unit of interest is a district, and 293 ties. The results from individual node analysis revealed that Lam Thap District was the highest indegree node, reflecting a higher chance of receiving diseases from other districts. On the other hand, Mueang Krabi District was the highest weighted in-degree node, illustrating a higher opportunity to receive disease from more frequent inbound movements. Regarding the highest indegree node and the highest weighted in-degree node, passive surveillance should be set up primarily in Lam Thap and Mueang districts for early disease detection and control. According to outbound movements to slaughterhouses, Plai Phraya district was the highest outdegree and weighted out-degree node. Thus, active surveillance should be set up in this area to reduce the speed of infection to other nodes. The results from subgroup analysis showed 4 districts that were cut points. The network analysis results showed that there was a scale-free network that could increase the speed of infection. Therefore, an effective control plan should be set up to effectively prevent diseases in the areas.

Keywords: Social network analysis, movements, Swine, Krabi province

Research Paper No: 65(2)-0116(8)-124

¹ Krabi provincial livestock office, Mueang Krabi district, Krabi province, 81000

² Trang provincial livestock office, Mueang Trang district, Trang province, 92000

บทนำ

จังหวัดกระบี่มีเกษตรกรขึ้นทะเบียนการเลี้ยงสุกรจำนวน 540 ราย มีสุกรทั้งหมด 88,950 ตัว (สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดกระบี่, 2565ข) เป็นฟาร์มสุกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร (GOOD AGRICULTURAL PRACTICES FOR PIG FARM) จำนวน 74 ฟาร์ม มีสุกร 59,991 ตัว (สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดกระบี่, 2565ก) จำนวนสุกรเฉลี่ยในฟาร์มที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร เท่ากับ 750 ตัว ในส่วนของอุบัติการณ์โรคระบาดในสุกรที่เกิดขึ้นในจังหวัดกระบี่ พบสาเหตุเกิดจากการนำพาเชื้อโรคมายังจากภายนอก ได้แก่ รถขนส่งสุกร รถค้าสุกร รถขนอาหารสุกร ตัวบุคคลที่มาจากภายนอก และที่ตั้งของฟาร์มอยู่ใกล้ถนนเส้นหลักที่มีการสัญจรผ่านของยานพาหนะ เป็นต้น (กรมปศุสัตว์, 2565ข) ซึ่งโรคระบาดที่สำคัญในสุกรอย่างเช่น โรคคอหิวด์แอฟริกาในสุกร (African swine fever: ASF) สามารถติดต่อได้จากฟาร์มหนึ่งไปฟาร์มอื่น ๆ ได้โดยการเคลื่อนย้ายสุกร. (Beltrán-Alcrudo et al., 2017) เพื่อควบคุมป้องกันโรคระบาดตามพระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ.2558 กรมปศุสัตว์จึงมีการควบคุมการเคลื่อนย้ายสัตว์ผ่านเข้า-ออกจังหวัด และพัฒนาเป็นระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) เมื่อปี พ.ศ. 2556 โดยกำหนดให้ผู้ประกอบการ ยื่นคำขอด้วยตนเองผ่านทางระบบออกใบอนุญาตอิเล็กทรอนิกส์ของกรมปศุสัตว์ หรือติดต่อสำนักงานปศุสัตว์อำเภอ หรือสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดท้องถิ่น ดังนั้นระบบ e-Movement จึงเป็นฐานข้อมูลการเคลื่อนย้ายสัตว์ของประเทศไทยรวมทั้งการเคลื่อนย้ายสุกรในพื้นที่จังหวัดกระบี่ (กรมปศุสัตว์, 2565ก)

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (Social Network Analysis : SNA) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ หรือความเชื่อมโยง (linkage หรือ tie) ต่าง ๆ ของผู้กระทำทางสังคม หรือหน่วยการศึกษา (node) เช่น บุคคล กลุ่มหรือองค์กร มุ่งเน้นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างหน่วยการศึกษา (Martino and Spoto, 2006) ในทางสัตวแพทย์ มีประโยชน์ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ ฟาร์ม ความเสี่ยงและความรวดเร็วในการแพร่กระจายของโรคไปยังจุดต่าง ๆ ในเครือข่าย บ่งบอกได้ว่าจุดไหนมีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายและการรับโรคมากกว่า (Martínez-López et al., 2009) การมีความเข้าใจในรูปแบบการเคลื่อนย้ายระหว่างฟาร์มต่าง ๆ ภายในพื้นที่ที่มีความสำคัญสำหรับการพัฒนาแผนการเฝ้าระวังและควบคุมโรคระบาดในพื้นที่ และมีความสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงสุกรเชิงพาณิชย์ เพราะทำให้ทราบข้อมูลว่าฟาร์มหรือสถานที่ใดเป็นจุดสำคัญในเครือข่ายการเลี้ยงสุกร (Kinsley et al., 2019) การศึกษาเครือข่ายระหว่างห่วงโซ่การผลิตสุกรในประเทศเดนมาร์ก นำมาใช้ในการวางแผนเฝ้าระวัง ระบุจุดที่ต้องควบคุมในการแพร่กระจายของโรคและสามารถลดขนาดวงระบาดของโรคจนไปถึงการกำจัดโรคระบาดได้ (Schulz et al., 2017) การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่อำเภอในจังหวัดกระบี่ ในรูปแบบเครือข่ายทางสังคม ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 สำหรับใช้เป็นข้อมูลในวางแผนเฝ้าระวัง ควบคุม และป้องกันโรคระบาดต่าง ๆ ในสุกรของพื้นที่จังหวัดกระบี่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา ขอบเขตของการศึกษาวิจัย และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

เป็นการศึกษาภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) โดยใช้ข้อมูลการขออนุญาตเคลื่อนย้ายสุกรมีชีวิตเข้าและออกพื้นที่อำเภอในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 จากระบบ e-Movement ของกองสารวัตรและกักกัน กรมปศุสัตว์ (<https://newemove.dld.go.th/>)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลการออกใบอนุญาตเคลื่อนย้ายสัตว์หรือ ซากสัตว์ภายใน เข้าใน หรือออกนอกเขตโรคระบาด เขตสงสัยว่ามีโรคระบาด หรือเขตโรคระบาดชั่วคราว (ร.3) ใบอนุญาตให้นำหรือเคลื่อนย้ายสัตว์หรือซาก

สัตว์ไปยังท้องที่จังหวัดอื่น (ร.4) และใบอนุญาตให้นำหรือเคลื่อนย้ายสัตว์หรือซากสัตว์ เข้าในหรือผ่านเขตควบคุมโรคระบาด เขตปลอดโรคระบาด หรือเขตกั้นชนโรค (ร.5) จากระบบ e-Movement ในช่วงเดือนมกราคม 2563 - เดือนธันวาคม 2564 โดยเลือกเฉพาะการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกจังหวัดกระบี่ และการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอภายในพื้นที่จังหวัดกระบี่ ข้อมูลที่ได้ประกอบไปด้วย ที่อยู่ตั้งต้นทางและปลายทาง จำนวน และวัตถุประสงค์ของการเคลื่อนย้าย (เข้าโรงฆ่า นำไปเลี้ยง ไปทำผลิตภัณฑ์แปรรูปไปจำหน่าย ไปทำพันธุ์ และไปเลี้ยงขุน)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1 การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา

แสดงจำนวนสุกรที่เคลื่อนย้ายในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563- ธันวาคม 2564 จำแนกเป็นรายเดือน รวมทั้งแสดงวัตถุประสงค์ของการเคลื่อนย้าย แสดงจำนวนสุกรที่เคลื่อนย้ายเข้าและออกแต่ละอำเภอในจังหวัดกระบี่ จำแนกตามจุดประสงค์ของการเคลื่อนย้าย และจังหวัดต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้ายสุกร (QGIS version 3.18.1-Zürich)

2 การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

หน่วยศึกษาที่สนใจ หรือ node คือ อำเภอ จัดเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ node list ซึ่งประกอบไปด้วยอำเภอต้นทาง หรือ sender และ อำเภอปลายทาง หรือ receiver จากนั้นจึงสร้างเส้นทางแสดงความเชื่อมโยง หรือ tie ของการเคลื่อนย้ายสุกรทั้งเข้าและออกจาก node และวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมโดยใช้โปรแกรม UCINET version 6.730 (Borgatti S.P. et al, 2002) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับหน่วยย่อย ระดับกลุ่มย่อย และระดับเครือข่าย

2.1 การวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย (individual node analysis)

ทำการวิเคราะห์ความเป็นศูนย์กลางของเครือข่าย หรือ centrality ซึ่งบ่งบอกค่าความเป็นศูนย์กลางของ node ประกอบด้วยค่าที่สำคัญได้แก่ degree closeness และ betweenness

Degree คือ การวัดจำนวน tie ที่เข้าสู่หรือออกจาก node ดังนั้น node ที่มีค่า degree สูง จะมีกิจกรรมการเคลื่อนย้ายเข้าสู่หรือออกจาก node นั้นสูง (สุพจน์, 2558) ค่า degree หากวัดเฉพาะปริมาณจะจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ indegree และ outdegree โดย indegree เป็นการวัดปริมาณ tie ที่เข้าสู่ node ที่ศึกษา ดังนั้นค่า indegree สูง บ่งชี้ว่าอำเภอนั้นรับสุกรจากหลายแหล่ง ส่วน outdegree เป็นการวัดปริมาณ tie ที่ออกจาก node ที่ศึกษา ค่า outdegree สูง บ่งชี้ว่ามีการส่งสุกรจากอำเภอนั้นไปหลายแหล่ง แต่เมื่อพิจารณาในแง่ความถี่ จะจำแนกออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ weighted in-degree และ weighted out-degree โดย weighted in-degree เป็นความถี่ของ tie ที่เข้า node ดังนั้นค่า weighted in-degree สูง บ่งชี้ว่ามีความถี่ในการเคลื่อนย้ายเข้าสู่สูง ส่วน weighted out-degree เป็นความถี่ของ tie ที่ออกจาก node ค่า weighted out-degree สูง บ่งชี้ว่ามีความถี่ในการเคลื่อนย้ายออกสูง (ณัฐวิทย์ และ ณัฐนิชา, 2561)

Closeness คือ การวัดระยะทางที่ใกล้ที่สุดระหว่าง node หนึ่ง ไปยัง node หนึ่ง ดังนั้น node ใดมีค่า closeness สูง ย่อมหมายถึง มีความใกล้ชิดกับ node อื่น ๆ สูง มีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร หรือถ้าพบโรคก็จะกระจายไปยัง node อื่นได้ไว (สุพจน์, 2558) โดยค่า closeness จะประกอบไปด้วย in closeness และ out closeness โดย in closeness คือ ค่าที่ใช้บอกความใกล้ชิดระหว่าง node ในแง่ของการนำเข้ามา ส่วน out closeness คือค่าที่ใช้บอกความใกล้ชิดระหว่าง node ในแง่ของการส่งออก (พิมาลา และ สุขุม, 2561)

Betweenness คือ การวัดจำนวนครั้ง ที่มีการผ่าน node ที่อยู่ระหว่าง node คู่ใดคู่หนึ่งในเครือข่าย การมีค่า betweenness สูง หมายถึง เป็นทางผ่านสูง จะมีความสำคัญต่อการสื่อสารในกระบวนการเคลื่อนย้ายสูง (สุพจน์, 2558)

2.2 การวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อย (subgroup analysis)

ทำการวิเคราะห์หาค่า component และแสดง cut point ผ่านการนำเสนอทาง sociogram โดย component คือ กลุ่มของ node ที่มีการเชื่อมต่อกัน มีการติดต่อกันโดยตรงภายใน component เดียวกัน โดยมีการเชื่อมโยง component อื่นในเครือข่ายด้วย cut point (สุพจน์, 2558) โดยแบ่งออกเป็น weak component คือ ทุก node ใน component สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้โดยไม่สนใจทิศทางของการเชื่อมโยงหรือไม่สนใจหัวลูกศร และ strong component คือ ทุก node ใน component สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้โดยสนใจทิศทางของการเชื่อมโยงหรือทิศทางของลูกศร ส่วน cut point คือ node ที่ถ้าหากถูกตัดออกจากเครือข่ายจะทำให้ component ในเครือข่ายแตกออกจากกัน (พิมลาลา และ สุขุม, 2561)

2.3 การวิเคราะห์ระดับเครือข่าย (analysis of whole network)

ทำการวิเคราะห์หาค่า indegree centralization ค่า outdegree centralization และ ค่า density ร่วมกับการวิเคราะห์ topology

Indegree centralization คือ ค่าความเป็นศูนย์กลางที่วัดจากจำนวน tie ขาเข้า คำนวณจากจำนวน tie ขาเข้าทั้งหมดของ node หารด้วยจำนวน node ทั้งหมดในเครือข่าย-1 ส่วน **Outdegree centralization** คือ ค่าความเป็นศูนย์กลางที่วัดจากจำนวน tie ขาออก คำนวณจากจำนวน tie ขาออกทั้งหมดของ node หารด้วยจำนวน node ทั้งหมดในเครือข่าย-1 (ณัฐชัย และนพวรรณ, 2560)

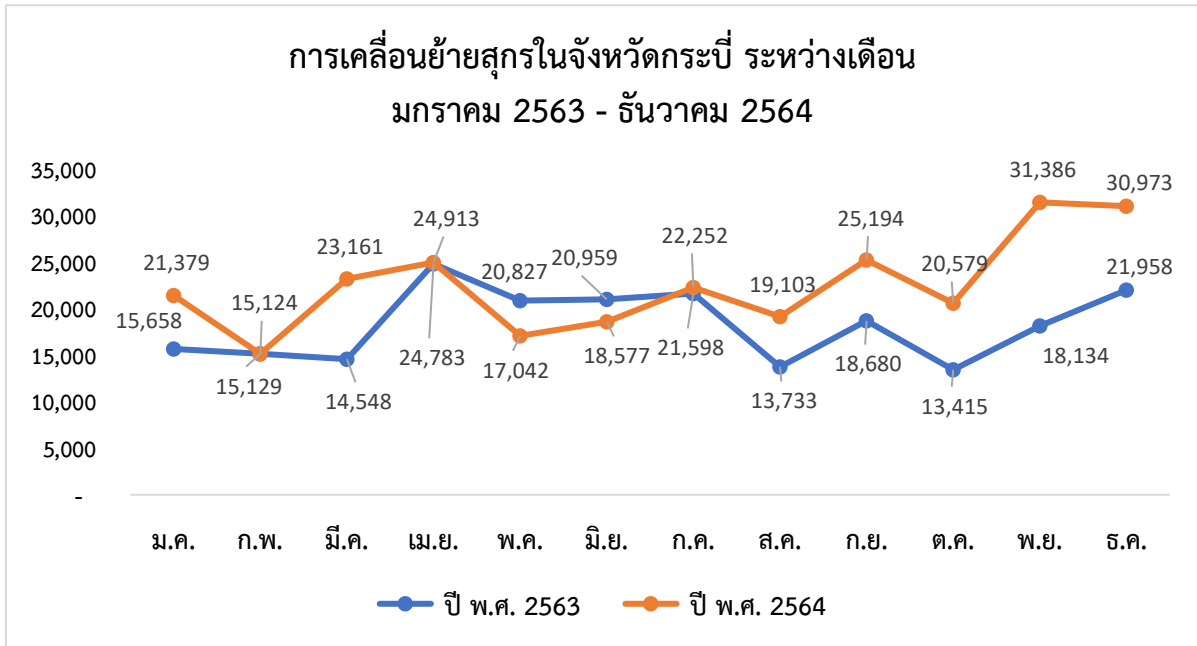
Density คือ การวัดความหนาแน่นของเครือข่าย บ่งบอกถึงจำนวนการเชื่อมโยงที่ปรากฏเมื่อเทียบกับจำนวนการเชื่อมโยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด (พิมลาลา และ สุขุม, 2561) ซึ่งค่า density อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 หากค่าใกล้ 1 แสดงว่าเครือข่ายนั้นมีการติดต่อกันในเครือข่ายสูง (Scott, 2000)

Topology คือ รูปแบบการเชื่อมต่อของ node ในเครือข่ายทั้งหมด เพื่อให้ทราบถึงว่าโครงสร้างเป็นลักษณะใด (สุพจน์, 2558)

ผลการศึกษา

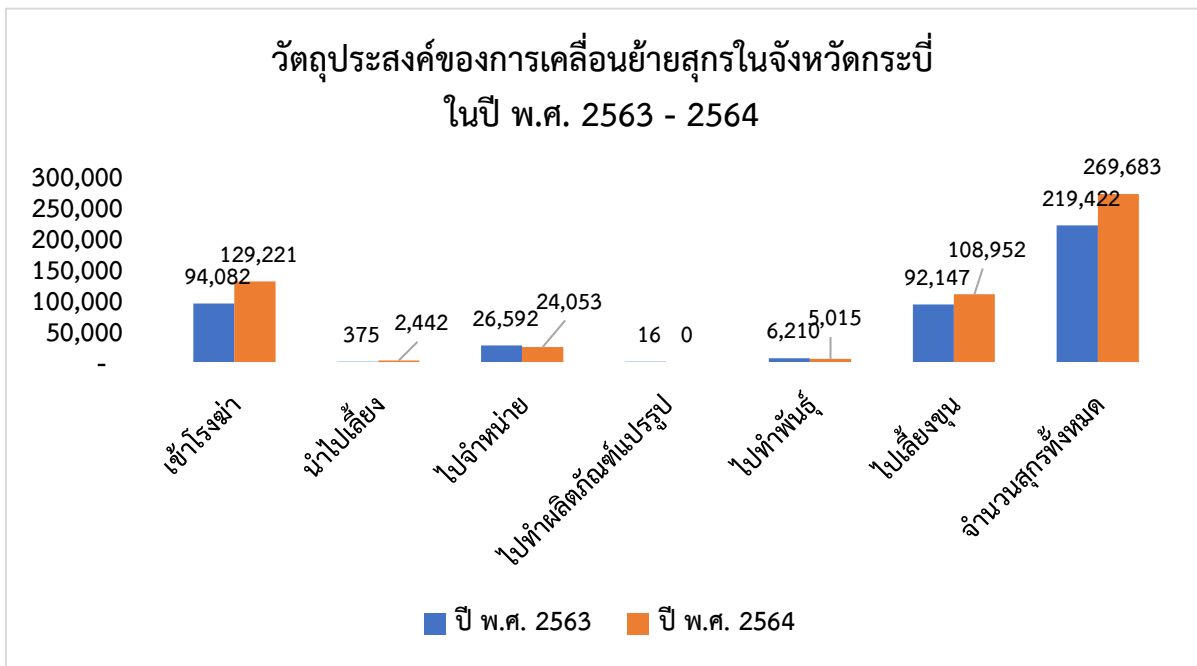
การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

ระหว่างเดือนมกราคม 2563 – ธันวาคม 2564 มีการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ทั้งหมด 13,330 ครั้ง เป็นจำนวนสุกรทั้งหมด 489,105 ตัว ในปี พ.ศ. 2564 มีแนวโน้มการเคลื่อนย้ายในแต่ละเดือนสูงกว่าปี พ.ศ. 2563 (รูปที่ 1) โดยในปี พ.ศ. 2563 มีจำนวนสุกรที่มีการเคลื่อนย้ายเฉลี่ยรายเดือนเป็น 18,285.17 ตัว ส่วนในปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนสุกรเฉลี่ยเป็น 22,473.58 ตัว (ไม่ได้แสดงในรูป)



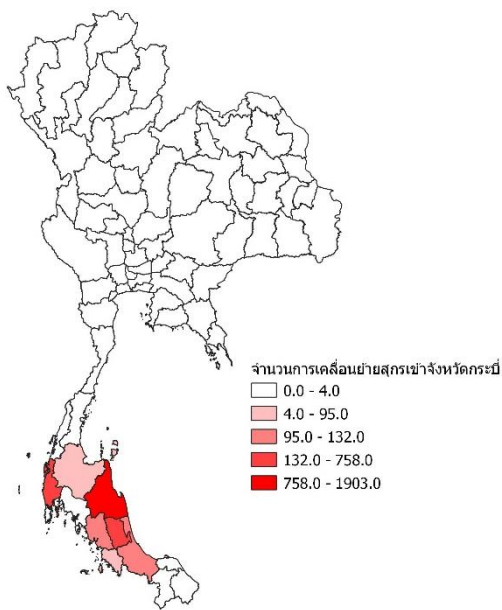
รูปที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนสุกร (ตัว) ที่เคลื่อนย้ายในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563-ธันวาคม 2564

ในปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนสุกรที่มีการเคลื่อนย้ายเพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2563 เป็น 50,261 ตัว (จาก 219,422 ตัว เป็น 269,683 ตัว) โดยทั้งในปี พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2564 มีจุดประสงค์ในการเคลื่อนย้ายสุกรเพื่อเข้าโรงฆ่าสัตว์จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42.88 (94,082/219,422) และร้อยละ 47.92 (129,221/269,683) ตามลำดับ รองลงมาเป็นการเคลื่อนย้ายสุกรเพื่อเลี้ยงขุน ร้อยละ 42.00 (92,147/219,422) และร้อยละ 40.40 (108,962/269,683) (รูปที่ 2)

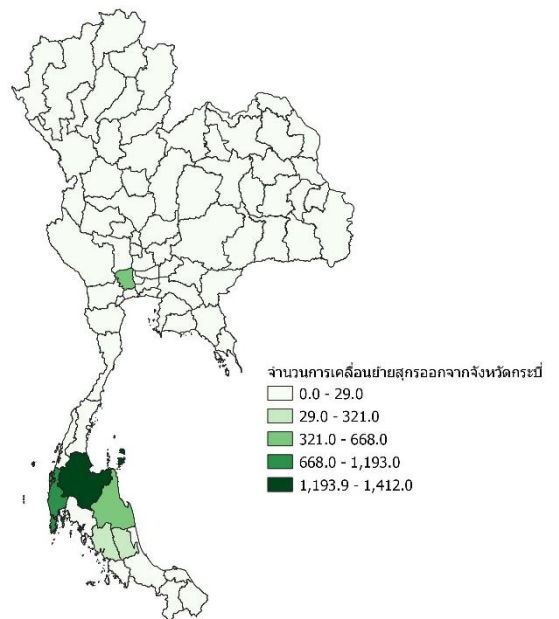


รูปที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนสุกร (ตัว) ที่เคลื่อนย้ายในจังหวัดกระบี่ แยกตามวัตถุประสงค์ ในปี พ.ศ. 2563-2564

จังหวัดต้นทางที่มีการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าจังหวัดกระบี่ ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพังงา จังหวัดพัทลุง จังหวัดตรัง จังหวัดสงขลา จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดระนอง และจังหวัดสตูล (รูปที่ 3) โดยมีการเคลื่อนย้ายสุกรมาจากจังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวนมากที่สุด เท่ากับ 1,903 ครั้ง จากจำนวนการเคลื่อนย้ายเข้าทั้งหมด 3,774 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 50.42 รองลงมาเป็นการเคลื่อนย้ายสุกรมาจากจังหวัดพัทลุง และจังหวัดพังงา จำนวน 758 ครั้ง และ 748 ครั้ง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 20.08 และ 19.82 (ไม่ได้แสดงในรูป) ในขณะที่จังหวัดปลายทางที่มีการเคลื่อนย้ายสุกรออกจากจังหวัดกระบี่ ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา จังหวัดนครปฐม จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดตรัง จังหวัดพัทลุง กรุงเทพมหานคร จังหวัดชุมพร จังหวัดลพบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดระนอง และจังหวัดสตูล (รูปที่ 4) โดยมีการเคลื่อนย้ายไปยังจังหวัดสุราษฎร์ธานีสูงที่สุด 1,412 ครั้ง จากจำนวนการเคลื่อนย้ายออกทั้งหมด 5,384 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 26.23 รองลงมาเป็นการเคลื่อนย้ายไปยังจังหวัดภูเก็ต และพังงา จำนวน 1,193 ครั้ง และ 1,070 ครั้ง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 22.16 และ 19.87 (ไม่ได้แสดงในรูป)



รูปที่ 3 การกระจายตัวของจังหวัดที่เป็นต้นทางของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าพื้นที่จังหวัดกระบี่ ในระหว่าง เดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564



รูปที่ 4 การกระจายตัวของจังหวัดที่เป็นปลายทางของการเคลื่อนย้ายสุกรออกจากพื้นที่จังหวัดกระบี่ ในระหว่าง เดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนสุกรที่เคลื่อนย้ายเข้าและออกแต่ละอำเภอของจังหวัดกระบี่ อำเภอปลายพระยาเป็นอำเภอที่มีจำนวนสุกรเคลื่อนย้ายเข้ามามากที่สุด ได้แก่ 72,017 ตัว เป็นการเคลื่อนย้ายเข้าเพื่อเลี้ยงขุนมากที่สุด ร้อยละ 73.51 (52,938/72,017) รองลงมา ได้แก่ อำเภออ่าวลึก มีจำนวนสุกรเคลื่อนย้ายเข้า 63,335 ตัว มีจุดประสงค์เพื่อเลี้ยงขุนมากที่สุด ร้อยละ 91.09 (57,690/63,335) อำเภออ่าวลึกมีจำนวนสุกรเฉลี่ยในการเคลื่อนย้ายเข้าแต่ละครั้งมากที่สุดเท่ากับ 324.79 ตัว (ตารางที่ 1) สำหรับอำเภอที่มีจำนวนสุกรเคลื่อนย้ายออกมากที่สุด ได้แก่ อำเภอปลายพระยาเช่นกัน จำนวน 176,354 ตัว โดยเป็นการเคลื่อนย้ายสุกรไปเข้าโรงฆ่ามากที่สุด ร้อยละ 58.22 (102,674/176,354 ตัว) รองลงมา ได้แก่ อำเภออ่าวลึก มีสุกรเคลื่อนย้ายออกจำนวน 69,963 ตัว ซึ่งเป็นการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าโรงฆ่ามากที่สุด ร้อยละ 69.80 (48,831/69,963) แต่อำเภอที่มีจำนวนสุกรเฉลี่ยในการเคลื่อนย้ายออกในแต่ละครั้งมากที่สุด ได้แก่ อำเภอปลายพระยา จำนวนสุกรเฉลี่ยเท่ากับ 35.24 ตัว (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 วัตถุประสงค์ในการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าอำเภอในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564

อำเภอ	จำนวนสุกรที่เคลื่อนย้ายเข้าอำเภอในจังหวัดกระบี่แยกตามวัตถุประสงค์ (ตัว)										จำนวนสุกรทั้งหมด	จำนวนครั้ง	จำนวนสุกรเฉลี่ยต่อการเคลื่อนย้าย
	เข้าโรงฆ่า		นำไปเลี้ยง		ไปจำหน่าย		ไปทำพันธุ์		ไปเลี้ยงขุน				
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)			
อำเภอเขาพนม	5,918	(32.65)	35	(0.19)	9,923	(54.74)	33	(0.18)	2,219	(12.24)	18,128	1,587	11.42
อำเภอคลองท่อม	8,687	(28.81)	20	(0.07)	1,885	(6.25)	20	(0.07)	19,542	(64.81)	30,154	1,315	22.93
อำเภอปลายพระยา	4,728	(6.57)	262	(0.36)	8,648	(12.01)	5,441	(7.56)	52,938	(73.51)	72,017	968	74.40
อำเภอเมืองกระบี่	6,947	(78.05)	0	(0.00)	1,660	(18.65)	0	(0.00)	294	(3.30)	8,901	2,425	3.67
อำเภอลำทับ	16,014	(57.37)	900	(3.22)	1,478	(5.30)	0	(0.00)	9,521	(34.11)	27,913	1,334	20.92
อำเภอเหนือคลอง	245	(15.58)	0	(0.00)	25	(1.59)	18	(1.14)	1,285	(81.69)	1,573	122	12.89
อำเภออ่าวลึก	1,120	(1.77)	1,600	(2.53)	980	(1.55)	1,945	(3.07)	57,690	(91.09)	63,335	195	324.79
ผลรวมทั้งหมด	31,894	(19.37)	2,562	(1.56)	19,050	(11.57)	5,162	(3.13)	106,019	(64.38)	164,687	7,946	20.73

ตารางที่ 2 วัตถุประสงค์ในการเคลื่อนย้ายสุกรออกจากอำเภอในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564

อำเภอ	จำนวนสุกรที่เคลื่อนย้ายออกจากอำเภอในจังหวัดกระบี่แยกตามวัตถุประสงค์ (ตัว)											จำนวนสุกรเฉลี่ยต่อการเคลื่อนย้าย	
	เข้าโรงฆ่า		ไปจำหน่าย		ไปทำผลิตภัณฑ์แปรรูป		ไปทำพันธุ์		ไปเลี้ยงขุน		จำนวนสุกรทั้งหมด		จำนวนครั้ง
	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)	จำนวน	(ร้อยละ)			
อำเภอเขาพนม	9,920	(82.99)	675	(5.65)	0	(0.00)	0	(0.00)	1,358	(11.36)	11,953	349	34.25
อำเภอคลองท่อม	22,182	(90.13)	2,430	(9.87)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	24,612	717	34.33
อำเภอปลายพระยา	102,674	(58.22)	9,501	(5.39)	0	(0.00)	2,981	(1.69)	61,198	(34.70)	176,354	5,004	35.24
อำเภอเมืองกระบี่	13,631	(96.80)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	450	(3.20)	14,081	516	27.29
อำเภอลำทับ	7,853	(88.83)	976	(11.04)	0	(0.00)	0	(0.00)	11	(0.12)	8,840	260	34.00
อำเภอเหนือคลอง	401	(51.34)	380	(48.66)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	781	89	8.78
อำเภออ่าวลึก	48,831	(69.80)	20,315	(29.04)	16	(0.02)	787	(1.12)	14	(0.02)	69,963	2,621	26.69
ผลรวมทั้งหมด	156,447	(77.51)	15,760	(7.81)	16	(0.01)	1,741	(0.86)	27,884	(13.81)	201,848	9,556	21.12

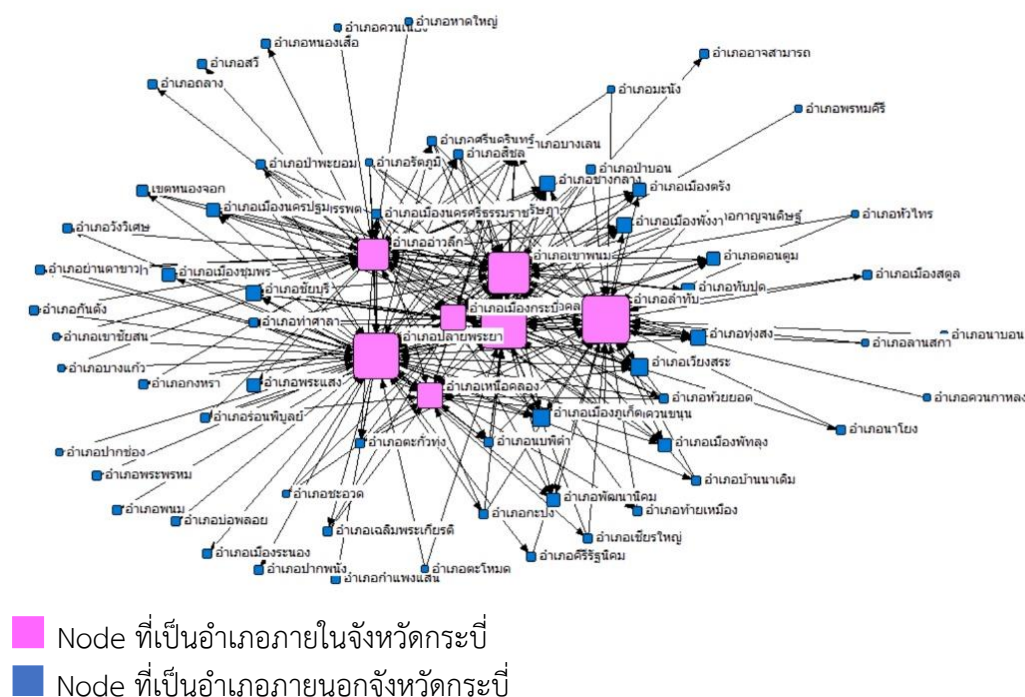
การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

1. การวิเคราะห์ในระดับหน่วยย่อย

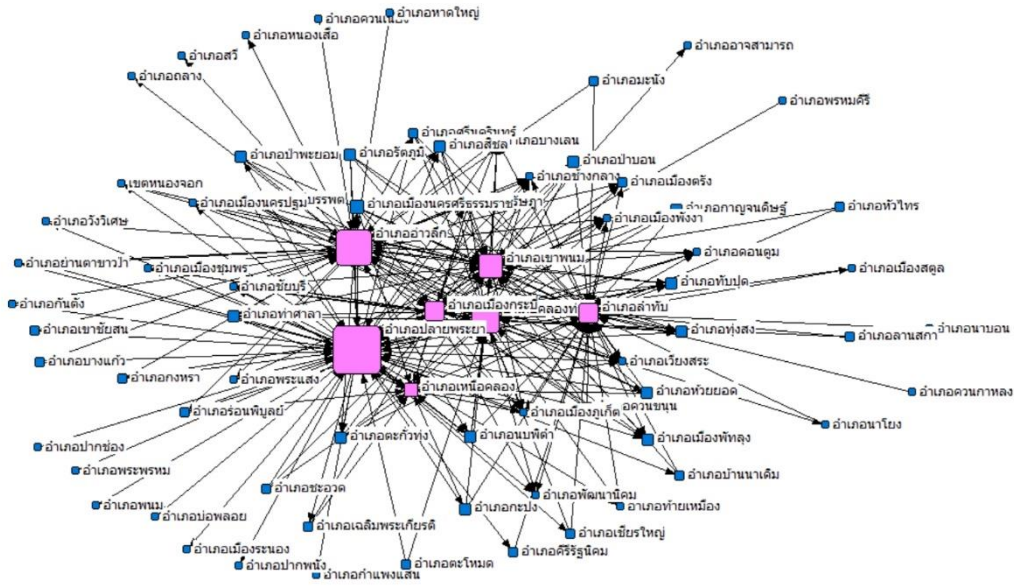
จากการวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อยของเครือข่ายแบบมีทิศทาง (directed network) พบว่าเครือข่ายนี้มีทั้งหมด 74 node และ 293 tie โดยอำเภอลำทับมีค่า indegree สูงสุด เท่ากับ 31 เป็นอำเภอของจังหวัดกระบี่ที่รับสุกรจากหลายแหล่งมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ อำเภอคลองท่อม มีค่าเท่ากับ 30 (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 5) ส่วนอำเภอปลายพระยามีค่า outdegree สูงสุด เท่ากับ 48 โดยอำเภอนี้ส่งออกสุกรไปยังหลายแหล่งมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ อำเภออ่าวลึก มีค่าเท่ากับ 34 (ตารางที่ 3 และรูปที่ 6) จากการวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงพรรณนาของค่า indegree และ outdegree พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 3.96 (ตารางที่ 3) แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า outdegree ซึ่งเท่ากับ 7.63 มีค่าสูงกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า indegree ซึ่งเท่ากับ 6.91 กล่าวคือค่า outdegree มีค่าความแปรปรวนสูงกว่า แสดงว่าในเครือข่ายมีค่าการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนย้ายออกจากแต่ละอำเภอมากกว่าการเคลื่อนย้ายเข้า

อำเภอเมืองกระบี่มีค่า weighted in-degree สูงสุด เท่ากับ 2,425 รองลงมา ได้แก่ อำเภอเขาพนม มีค่าเท่ากับ 1,587 (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 7) ส่วนอำเภอปลายพระยา มีค่า weighted out-degree สูงสุด เท่ากับ 5,004 รองลงมาได้แก่อำเภออ่าวลึก มีค่า 2,621 (ตารางที่ 3 และ รูปที่ 8) ซึ่งอำเภอปลายพระยานี้ มีทั้งค่า outdegree และ weighted out-degree สูงที่สุด นั่นคือ นอกจากมีเคลื่อนย้ายสุกรไปยังหลายอำเภอมากที่สุดแล้ว ยังมีความถี่การเคลื่อนย้ายสุกรออกจากพื้นที่เป็นจำนวนมากที่สุดด้วย

สำหรับค่า in closeness และ ค่า out closeness อำเภอลำทับ มีค่า in closeness มากที่สุด เท่ากับ 0.40 ส่วนอำเภอปลายพระยา มีค่า out closeness มากที่สุด เท่ากับ 0.48 แต่ค่า in closeness และค่า out closeness ของอำเภอในจังหวัดกระบี่มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่า มีความใกล้ชิดกับ node อื่น ๆ ทั้งในแง่นำเข้าและส่งออกใกล้เคียงกัน โดยค่า in closeness และ ค่า out closeness ของทั้งเครือข่ายมีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.30 ± 0.06 และ 0.31 ± 0.08 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนค่า betweenness นั้น อำเภอปลายพระยา มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1,371.64 (ตารางที่ 3) แสดงถึงการมีโอกาสเป็นทางผ่านของการเคลื่อนย้ายเข้าและออกของสุกรมากที่สุด

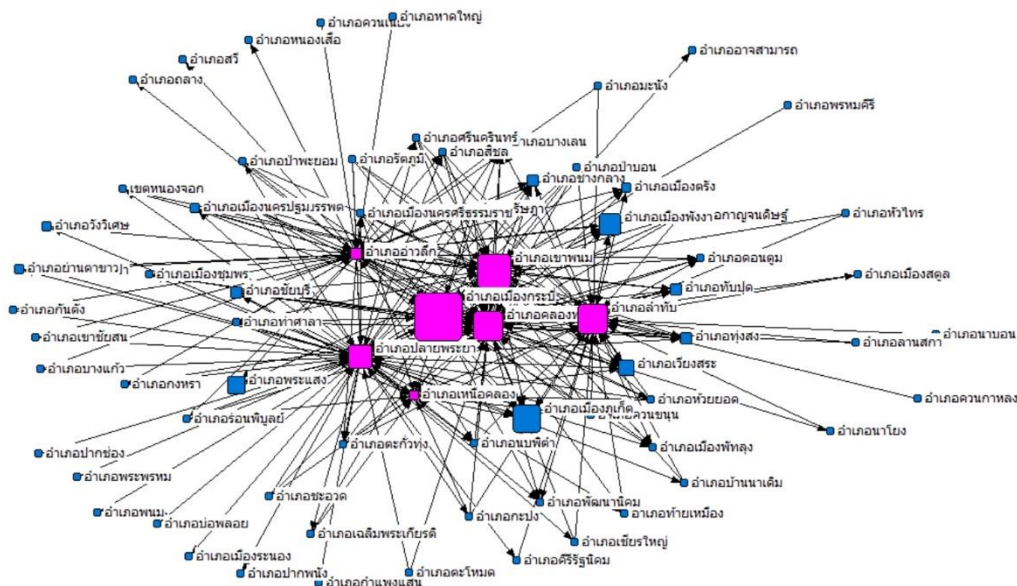


รูปที่ 5 เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 แสดงขนาดของ node แปรผันตามค่า indegree



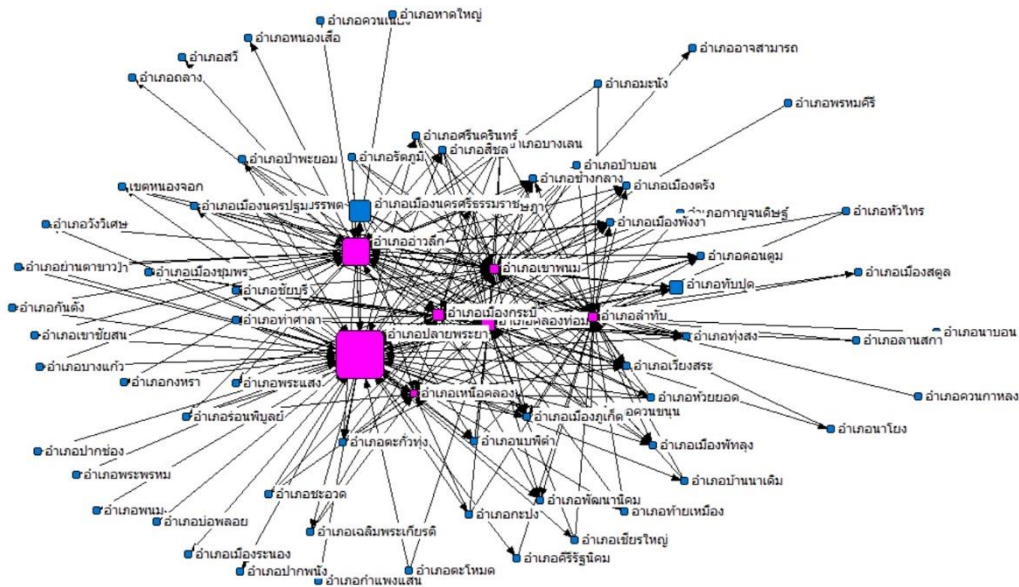
- Node ที่เป็นอำเภอภายในจังหวัดกระบี่
- Node ที่เป็นอำเภอนอกจังหวัดกระบี่

รูปที่ 6 เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 แสดงขนาดของ node แปรผันตามค่า outdegree



- Node ที่เป็นอำเภอภายในจังหวัดกระบี่
- Node ที่เป็นอำเภอนอกจังหวัดกระบี่

รูปที่ 7 เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 แสดงขนาดของ node แปรผันตามค่า weighted in-degree

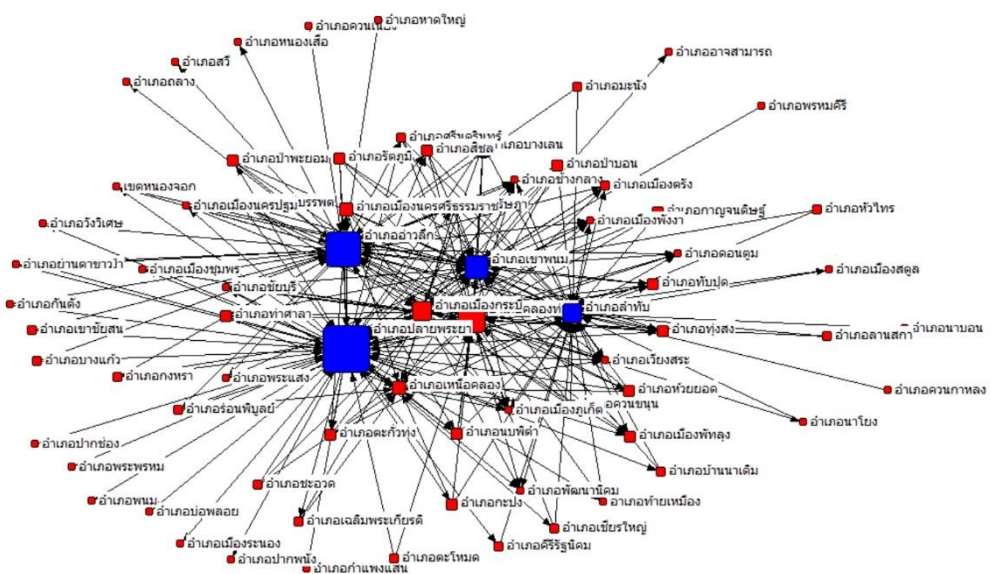


- Node ที่เป็นอำเภอภายในจังหวัดกระบี่
- Node ที่เป็นอำเภอนอกจังหวัดกระบี่

รูปที่ 8 เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 แสดงขนาดของ node แปรผันตามค่า weighted out-degree

2. การวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อย

จากการวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อยของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 พบว่า มี 4 อำเภอที่เป็น cut point ได้แก่ อำเภอลำทับ อำเภอเขาพนม อำเภอปลายพระยา และอำเภออ่าวลึก ซึ่งทั้ง 4 อำเภออยู่ในจังหวัดกระบี่ จากอำเภอทั้งหมด 8 อำเภอ (รูปที่ 9)

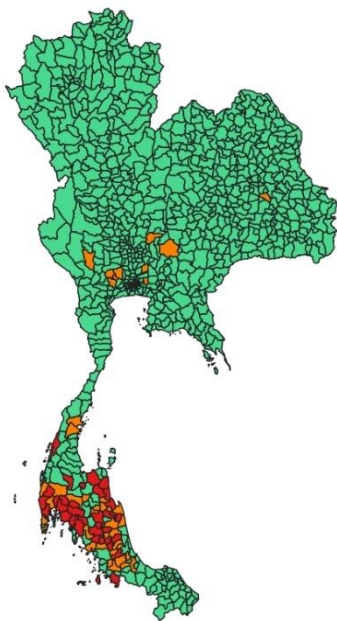


รูปที่ 9 แสดง cut point (node สีน้ำเงิน) ของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่อำเภอในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564

ตารางที่ 3 ค่าสถิติเชิงพรรณนา และค่า centrality ของอำเภอในจังหวัดกระบี่ จากการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือน มกราคม – ธันวาคม 2564

ค่าสถิติเชิงพรรณนา	ค่า centrality จากการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือน มกราคม 2563 - ธันวาคม 2564						
	Indegree	Outdegree	Weight-indegree	Weight-outdegree	Incloseness	Outcloseness	Betweenness
Average	3.96	3.96	180.14	180.14	0.30	0.31	47.36
SD	6.91	7.63	433.40	683.96	0.06	0.08	187.17
อำเภอในจังหวัดกระบี่							
อำเภอคลองท่อม	30	24	1,315	717	0.40	0.42	524.85
อำเภอปลายพระยา	29	48	968	5,004	0.38	0.48	1,371.64
อำเภอลำทับ	31	15	1,334	260	0.40	0.35	391.68
อำเภออ่าวลึก	19	34	195	2,621	0.33	0.45	498.46
อำเภอเขาพนม	26	19	1,587	349	0.39	0.40	376.80
อำเภอเมืองกระบี่	14	14	2,425	516	0.36	0.39	103.20
อำเภอเหนือคลอง	14	8	122	89	0.35	0.37	49.54
อำเภอเกาะลันตา	0	0	0	0	0	0	0

การวิเคราะห์หาค่า component จะมีการวิเคราะห์แบบไม่คำนึงถึงทิศทางการเคลื่อนย้าย และการวิเคราะห์แบบคำนึงถึงทิศทางการเคลื่อนย้าย เมื่อวิเคราะห์แบบไม่คำนึงถึงทิศทางการเคลื่อนย้ายจะพบว่าทุก node ทั้ง 74 node อาศัยอยู่ใน weak component ซึ่งมีลักษณะเป็น giant weak component (GWC) คิดเป็นร้อยละ 100 ของเครือข่าย ในขณะที่เมื่อทำการวิเคราะห์แบบคำนึงถึงทิศทางการเคลื่อนย้าย เพื่อหา strong component จะพบว่า มี strong component จำนวน 1 component โดยมีลักษณะเป็น giant strong component (GSC) ประกอบด้วย 34 node คิดเป็นร้อยละ 45.95 ของเครือข่าย ได้แก่ อำเภอกงหรา อำเภอกะปง อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอกลองท่อม อำเภอคีรีรัฐนิคม อำเภอชัยบุรี อำเภอดงแก้ว อำเภอทับปุด อำเภอทุ่งสง อำเภอท่าศาลา อำเภอท้ายเหมือง อำเภอนบพิตำ อำเภอนาโยง อำเภอบ้านนาเดิม อำเภอปลายพระยา อำเภอป่าบอน อำเภอป่าพะยอม อำเภอรษฎา อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอลำทับ อำเภอศรีนครินทร์ อำเภอสีชล อำเภอห้วยยอด อำเภออ่าวลึก อำเภอเขาพนม อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอเมืองกระบี่ อำเภอเมืองตรัง อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเมืองพัทลุง อำเภอเมืองระนอง อำเภอเมืองสตูล และอำเภอเหนือคลอง และมี weak component ที่ประกอบด้วย 1 node อีกจำนวน 40 component ดังรูปที่ 10

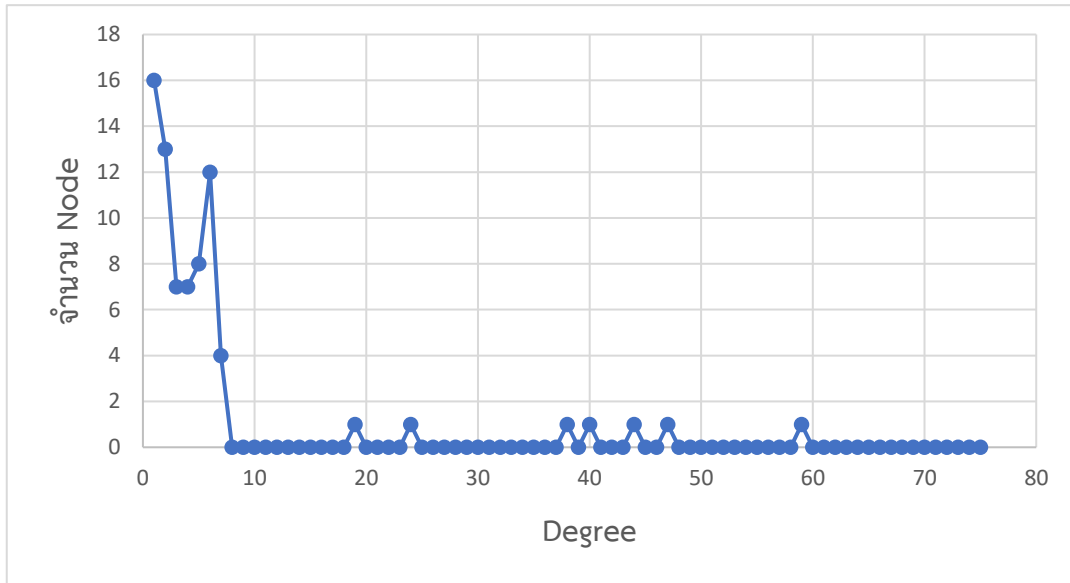


รูปที่ 10 แสดงแผนที่ระบุ component เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564

- อำเภอที่อยู่ใน strong component (34 อำเภอ)
- อำเภอที่อยู่ในเครือข่ายแต่ไม่ได้อยู่ใน strong component (40 อำเภอ)
- อำเภอที่ไม่ได้อยู่ในเครือข่าย

3. การวิเคราะห์ระดับเครือข่าย

ในการวิเคราะห์ระดับเครือข่ายของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 พบว่าค่า indegree centralization เท่ากับ 0.38 outdegree centralization ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.61 ค่า density ของเครือข่ายเท่ากับ 0.05 สำหรับ topology จะพิจารณาโครงสร้างจากการกระจายของจำนวนความสัมพันธ์แต่ละ node ในเครือข่ายตามกฎแห่งอำนาจการกระจายตัว (power law distribution) (สุพจน์, 2558) พบว่าการกระจายความสัมพันธ์มีลักษณะ การกระจายตัวแบบเบ้ขวา หรือ right-skew degree distribution (รูปที่ 11) ดังนั้น เครือข่ายนี้จึงมีโครงสร้างแบบ scale-free



รูปที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า degree และจำนวน node จากการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่อำเภอในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564

วิจารณ์การศึกษา

การเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนมกราคม 2563 - ธันวาคม 2564 พบว่าปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนสุกรเข้า-ออกในแต่ละเดือนสูงกว่าปี พ.ศ. 2563 โดยในปี พ.ศ. 2563 เป็นช่วงที่เพิ่งพบการระบาดของโรค covid 19 ซึ่งมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยภาพรวม ส่วนในปี พ.ศ. 2564 มีแนวโน้มการเคลื่อนย้ายเข้า - ออกสูงในช่วงเดือนเมษายน เนื่องจากเป็นช่วงเทศกาลสงกรานต์ และในช่วงเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม เนื่องจากเป็นฤดูกาลการท่องเที่ยว และเริ่มเปิดรับนักท่องเที่ยวเข้าจังหวัด เมื่อวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมในระดับหน่วยย่อยพบว่า อำเภอลำทับมีค่า indegree สูงสุด โดยสุกรที่เคลื่อนย้ายเข้าอำเภอลำทับ เป็นการเคลื่อนย้ายเข้าเพื่อเข้าโรงฆ่ามากที่สุด ร้อยละ 57.37 ซึ่งอำเภอลำทับมีโรงฆ่าสุกร จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ โรงฆ่าสัตว์ขุนศิริฟาร์ม และโรงฆ่าสัตว์หมูทอง เมื่อพิจารณาจำนวนสุกรที่เคลื่อนย้ายเข้าทุกอำเภอในจังหวัดกระบี่ จำแนกตามวัตถุประสงค์นั้น จะพบว่าอำเภอลำทับเป็นอำเภอที่มีจำนวนสุกรที่เคลื่อนย้ายเข้าโรงฆ่ามากที่สุด จำนวน 16,014 ตัว จากสุกรทั้งหมดที่เคลื่อนย้ายเข้าอำเภอในจังหวัดกระบี่เพื่อวัตถุประสงค์เข้าโรงฆ่า 31,894 ตัว (ตารางที่ 1) คิดเป็นร้อยละ 50.21 รองลงมาจากการเคลื่อนย้ายเข้าอำเภอลำทับเพื่อเข้าโรงฆ่าเป็นการเคลื่อนย้ายเพื่อมาเลี้ยงขุน ร้อยละ 34.11 (ตารางที่ 1) มีฟาร์มสุกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร จำนวน 3 ฟาร์ม ซึ่งเป็นฟาร์มสุกรขุนทั้งหมด มีสุกรเฉลี่ยแต่ละฟาร์มเท่ากับ 1,167 ตัว (สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดกระบี่, 2565ก) จึงทำให้มีโอกาสรับสุกรมาเข้าโรงฆ่าและเลี้ยงขุนจากหลายแหล่ง อำเภอที่มีค่า indegree รองลงมาได้แก่ อำเภอคลองท่อม ซึ่งมีค่า indegree ต่างจากอำเภอลำทับแค่ 1 node เป็นการเคลื่อนย้ายเข้าเพื่อเลี้ยงขุนมากที่สุด ร้อยละ 64.81 มีฟาร์มสุกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร จำนวน 6 ฟาร์ม ซึ่งเป็นฟาร์มสุกรขุนทั้งหมด มีสุกรเฉลี่ยแต่ละฟาร์มเท่ากับ 763 ตัว อำเภอปลายพระยามีค่า outdegree สูงสุด พบว่ามีการเคลื่อนย้ายออกเพื่อเข้าโรงฆ่ามากที่สุด ร้อยละ 58.22 (ตารางที่ 2) เนื่องจากมีฟาร์มสุกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร จำนวน 26 ฟาร์ม ซึ่งมากที่สุดจังหวัดกระบี่ มีจำนวนสุกรขุนเฉลี่ยแต่ละฟาร์มเท่ากับ 432 ตัว (สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดกระบี่, 2565ก) และมีฟาร์มเลี้ยงสุกรขุนที่ต้องมีการส่งสุกรที่เลี้ยงจนได้น้ำหนักที่ต้องการไปเข้าโรงฆ่าสัตว์ของบริษัทนั้น ๆ ที่อยู่ต่างจังหวัด ดังนั้นจึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายสุกรออกไปหลายอำเภอมากที่สุด

ส่วนอำเภอที่มีค่า outdegree รองลงมาได้แก่ อำเภออ่าวลึก พบว่ามีการเคลื่อนย้ายออกเพื่อเข้าโรงพยาบาลมากที่สุด ร้อยละ 69.80 (ตารางที่ 2) มีฟาร์มสุกรขุนที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร น้อยกว่าอำเภอปลายพระยา คือ 12 ฟาร์ม แต่มีจำนวนสุกรขุนเฉลี่ยแต่ละฟาร์มเท่ากับ 1,811 ตัว (สำนักงาน ปศุสัตว์จังหวัดกระบี่, 2565) จึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายสุกรขุนเข้าโรงพยาบาลจำนวนมากเช่นกัน อำเภอเมืองกระบี่ มีค่า weighted in-degree สูงสุด เป็นการเคลื่อนย้ายเพื่อเข้าโรงพยาบาลมากที่สุด ร้อยละ 78.05 (ตารางที่ 1) มีค่าเฉลี่ยการเคลื่อนย้ายแต่ละครั้งเท่ากับ 3.67 ตัว แต่มีความถี่การเคลื่อนย้ายเข้ามาที่สุดในจังหวัดกระบี่ ดังนั้น การมีมาตรการเฝ้าระวังเชิงรับที่บริเวณโรงฆ่าสุกรของอำเภอเมืองกระบี่ จะทำให้มีประสิทธิภาพในการเฝ้า ระวังป้องกันโรคระบาดในจังหวัดกระบี่ได้ ส่วนอำเภอที่มีค่า weighted in-degree รองลงมา ได้แก่ อำเภอ เขาพนม พบว่ามีจุดประสงค์เพื่อไปจำหน่ายมากที่สุด เป็นร้อยละ 54.74 (ตารางที่ 1) ทำให้มีโอกาสรับโรคจาก ที่อื่นและแพร่โรคไปตามฟาร์มต่าง ๆ จากการจำหน่ายได้ง่าย นอกจากอำเภอปลายพระยาจะมีค่า outdegree สูงที่สุดแล้วยังมีค่า weighted out-degree สูงที่สุดด้วย แสดงถึงการเคลื่อนย้ายสุกรออกไปหลายอำเภอมาก ที่สุดและมีความถี่ในการเคลื่อนย้ายออกมากที่สุด ส่วนอำเภอที่มีค่า weighted out-degree รองลงมา ได้แก่ อำเภออ่าวลึก กล่าวคือ การวางแผนมาตรการเฝ้าระวังเชิงรุก ในพื้นที่อำเภอปลายพระยา และอำเภออ่าวลึก จึงมีความสำคัญและทำให้มีประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังป้องกันโรคระบาดที่จะแพร่กระจายไปยังจังหวัดอื่นได้ ถึงแม้ว่าค่า degree เป็นค่าที่วัดจำนวนความสัมพันธ์ที่มาจาก node อื่น ๆ ได้ดี แต่จะไม่ได้ระบุถึงความสำคัญ ของ node ในการเชื่อมต่อ node อื่น ๆ หรือความสำคัญของ node ต่อกลุ่มหลัก (Golbeck, 2013) จึงต้องม ีการวิเคราะห์ร่วมกับค่าอื่นด้วย สำหรับค่า in closeness และ ค่า out closeness พบว่าทุก node ที่เป็น อำเภอของจังหวัดกระบี่มีความใกล้ชิดกับ node อื่น ๆ ใกล้เคียงกันทั้งเครือข่าย ส่วนค่า betweenness สามารถนำมาพิจารณาร่วมกับค่า centrality อื่น ๆ เพื่อพิจารณาตั้งจุดเฝ้าระวังเชิงรุกและเฝ้าระวังเชิงรับที่มี ประสิทธิภาพได้ เพราะบ่งบอกถึงโอกาสในการที่จะเป็นทางผ่านในการรับและส่งผ่านโรคไปยังอำเภอต่าง ๆ โดย เมื่อพิจารณาค่า outdegree ร่วมกับค่า betweenness พบว่าอำเภอปลายพระยา ซึ่งมีค่า outdegree สูงสุด นั้น มีค่า betweenness สูงสุดด้วย แสดงว่า มีโอกาสที่จะรับและส่งต่อสุกรไปยังอำเภออื่น ๆ ได้สูงที่สุดของ อำเภอในจังหวัดกระบี่ และเมื่อพิจารณาค่า indegree ร่วมกับค่า betweenness พบว่าอำเภอคลองท่อม ซึ่งมี ค่า indegree ใกล้เคียงกับอำเภอลำทับ มีค่า betweenness สูงรองจากอำเภอปลายพระยา กล่าวได้ว่ามีโอกาส รับและส่งผ่านโรคไปยังอำเภอต่าง ๆ ได้ และ การตั้งจุดเฝ้าระวังโรคในสองอำเภอนี้จึงมีความสำคัญมากในการ เฝ้าระวังและป้องกันโรคในแง่ของการรับโรคจากอำเภออื่นเช่นกัน เพราะทำให้สามารถรู้โรคเร็วและควบคุมโรค ได้ไวในพื้นที่

จากการวิเคราะห์ระดับกลุ่มย่อย อำเภอที่เป็น cut point มีความเหมาะสมในการตั้งจุดเฝ้าระวังโรค (surveillance system) หากเกิดโรคระบาด การพิจารณากำหนดมาตรการควบคุมการเคลื่อนย้ายสัตว์ และ มาตรการในการป้องกันโรคในอำเภอที่เป็น cut point จะช่วยลดการแพร่กระจายของโรคได้ (ณัฐวิทย์ และ ณัฐณิชา, 2561) รวมทั้งมีความเหมาะสมในการตั้งจุดประชาสัมพันธ์ให้ความรู้แก่ประชาชนด้วย โดย 4 อำเภอ ที่เป็น cut point อยู่ในองค์ประกอบ strong component ซึ่งถือว่าเป็นแกนกลางของเครือข่าย หากมีโรค ระบาดที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย เกิดขึ้นในองค์ประกอบนี้ ก็มีโอกาสที่จะทำให้มีการแพร่กระจายในวงกว้าง ได้ (ณัฐชัย และ นพวรรณ, 2560) ในเครือข่ายนี้มีจำนวน weak component จำนวน 40 component โดยแต่ละ component มีจำนวน node เพียงแค่ 1 node ซึ่งการวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อยนั้น ถ้ามีจำนวน weak component จำนวนมาก แสดงให้เห็นว่า มีบาง node ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายจากหน่วยอื่น แต่โดย ส่วนมากจะไม่สามารถเชื่อมต่อกับ node อื่น ๆ อย่างกว้างขวาง จำนวนความสัมพันธ์จะมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบ สัดส่วนจากจำนวนความสัมพันธ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งหมด (Phookhet et al, 2019) ดังนั้นการวางแผนควบคุม โรคในจุดสำคัญที่อยู่ใน strong component จะสามารถทำให้ควบคุมโรคได้รวดเร็วและเกิดประสิทธิภาพได้

ในการวิเคราะห์ระดับเครือข่าย พบว่าค่า outdegree centralization เท่ากับ 0.61 มากกว่าค่า indegree centralization ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.38 กล่าวคือ เครือข่ายมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายออกมากกว่าเคลื่อนย้ายเข้า ดังนั้น ทำให้มีแนวโน้มที่จะแพร่โรคมมากกว่ารับโรค สอดคล้องกับการศึกษาการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ที่พบว่า network centralization ของ in-degree มีค่าน้อยกว่าของ out-degree ทั้งปี พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2558 (พิมลา และ สุขุม, 2561) แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมของเครือข่าย node ต่าง ๆ มีโอกาสในการแพร่โรคมมากกว่ารับโรค สอดคล้องกับผลจากตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ที่พบว่ามีจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายออกจากอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดกระบี่เป็น 9,556 ในขณะที่มีจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายเข้าอำเภอต่าง ๆ เป็น 7,946 ครั้ง แต่สำหรับจังหวัดกระบี่ ฟาร์มสุกรในอำเภอที่มีจำนวนการส่งออกที่สูง ได้แก่ อำเภอปลายพระยาและอำเภออ่าวลึกนั้น เป็นฟาร์มที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร ดังนั้นการแพร่กระจายโรคจึงมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากฟาร์มเหล่านี้จะมีความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosecurity) ที่ดีอยู่แล้ว จึงลดการเกิดโรคระบาดได้ สำหรับการวิเคราะห์ค่า density ของเครือข่ายเท่ากับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าเครือข่ายนี้มีการเกาะกลุ่มไม่แน่น มีการเชื่อมโยงกันน้อย หากรีบควบคุมโรคในจุดที่สำคัญได้จะทำให้การควบคุมโรคทั้งเครือข่ายมีประสิทธิภาพได้ เครือข่ายจะมีโครงสร้างแบบ scale free คือ node ส่วนน้อยมีความสัมพันธ์กับ node อื่น ๆ มาก แต่ node ส่วนใหญ่ มีความสัมพันธ์กับ node อื่น ๆ น้อย โดย node ที่มีการติดต่อกับ node อื่น ๆ จำนวนมากนี้ จะทำหน้าที่เป็น hub เชื่อมโยงกับ node อื่น ๆ ในเครือข่ายไว้ด้วยกัน (สุพจน์, 2558) สอดคล้องกับการศึกษาเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสัตว์ที่พบว่า มีลักษณะเครือข่ายแบบ scale free ได้แก่ การเคลื่อนย้ายโคเนื้อ ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (ณัฐวิทย์ และ ณัฐนิชา, 2561) การเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานี (ลัทพรธม และ ปุริช, 2564) รวมถึงการศึกษาเครือข่ายทางสังคมของการขนส่งสุกรในอุตสาหกรรมสุกรเป็นระยะเวลา 1 เดือน ของประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อวางแผนเฝ้าระวังโรค Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome : PRRS ซึ่งจากการศึกษามีประโยชน์ในแง่ของการวางแผนในการเฝ้าระวังโรคอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้งบประมาณที่จำกัด โดยจากการศึกษาพบว่า การมีลักษณะเครือข่ายแบบ scale free มีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของโรค โดยพบ cluster ที่มีค่า centrality สูง ในส่วนของการผลิต (Lee et al., 2017) ถ้า hub นั้นเกิดโรคจะทำให้มีการแพร่กระจายโรคได้อย่างรวดเร็ว (Martinez-López et al., 2009) ดังนั้นหากมีการควบคุมโรคที่ node ที่เป็น hub จะมีผลทำให้การควบคุมโรคมีประสิทธิภาพ (Dub et al., 2008)

สรุปผลการศึกษา

เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่เป็นแบบ scale free ที่มีแนวโน้มที่จะแพร่กระจายโรคมมากกว่ารับโรคหากมีการเคลื่อนย้ายสุกรติดเชื้อหรือมีการปนเปื้อนเชื้อไปกับระบบขนส่ง ควรมีการวางแผนตั้งจุดตรวจสอบการเคลื่อนย้ายที่ไม่ถูกต้องหรือลักลอบเคลื่อนย้ายใน hub ของเครือข่าย โดยภายใต้งบประมาณที่จำกัด การตั้งจุด surveillance system ที่ cut point อย่างรัดกุม จะทำให้ลดการระบาดของโรคได้ จึงต้องมีการวางแผนตรวจสอบการเคลื่อนย้ายในจุดนี้อย่างเข้มข้น โดยจัดทำแผนการตรวจสอบและขอสนับสนุนเจ้าหน้าที่จากด่านกักกันสัตว์มาร่วมดำเนินการตรวจสอบและบังคับใช้กฎหมายเมื่อพบการกระทำผิด เพื่อแสดงให้เห็นการควบคุมเฝ้าระวังการเกิดโรคระบาดสัตว์อย่างเป็นรูปธรรม ถึงแม้ในแง่ของการรับโรคไม่ใช่ลักษณะเด่นของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดกระบี่ แต่การศึกษานี้บ่งชี้ว่าบางอำเภอมีโอกาสรับการแพร่โรคสูงสุดจากจำนวนการเคลื่อนย้ายเข้า ดังนั้นการพิจารณาเฝ้าระวังโรคในอำเภอต่าง ๆ โดยการพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อยนั้นจะช่วยในการป้องกันการระบาดของโรคอย่างมีประสิทธิภาพได้ โดยอำเภอลำทับและอำเภอเมืองกระบี่ ควรมีจุดเฝ้าระวังเชิงรับ หรือ passive surveillance ที่โรงฆ่าสุกรในอำเภอ ซึ่งจะมีโอกาสค้นพบโรคได้ง่าย เพราะโรงฆ่าสัตว์ในอำเภอดังกล่าวมีความเสี่ยงในการรับโรคจากพื้นที่อื่น ในขณะที่อำเภอคลองท่อม ควรมีการตั้งจุดเฝ้าระวังเชิงรับที่ฟาร์มที่มีการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า สำหรับอำเภอปลายพระยา

เป็นอำเภอที่มีทั้งค่า outdegree และ weighted out-degree สูงที่สุด และอำเภออ่าวลึก ที่มีค่า centrality ทั้งสองรองลงมา ควรพิจารณาตั้งจุดเฝ้าระวังเชิงรุก หรือ active surveillance ที่ฟาร์มที่จะมีการเคลื่อนย้ายสุกรออก เพราะเป็นอำเภอที่มีโอกาสแพร่กระจายโรคไปยังอำเภออื่นได้ และเป็นอำเภอที่มีฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ที่เลี้ยงสุกรจำนวนมากตั้งอยู่หลายฟาร์ม แม้จะมีจำนวนฟาร์มสุกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มสุกร แต่การตั้งมาตรการเฝ้าระวังเชิงรุกที่ฟาร์มรายย่อยก่อนที่จะมีการเคลื่อนย้ายออก เพื่อตัดวงจรโรคระบาดจากฟาร์มสุกร ก็มีความสำคัญในการป้องกันการแพร่กระจายโรคไปยังพื้นที่อื่นได้ รวมทั้งค่า betweenness ของทั้ง 2 อำเภอนี้สูงเป็นลำดับที่ 1 และ 3 หมายถึงมีโอกาสรับและส่งโรคได้สูง ดังนั้นการตั้งจุดระวังเฝ้าระวังโรคเชิงรุกใน 2 อำเภอนี้ จึงมีความสำคัญในการป้องกันการแพร่กระจายโรคไปยังพื้นที่อื่นได้ดี ต้องมีการวางแผนตั้งด่านตรวจสอบการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าออกเป็นระยะ ๆ ในพื้นที่อำเภอคลองท่อม อำเภอเมืองกระบี่ อำเภอปลายพระยา และอำเภออ่าวลึกนี้ด้วย เพราะมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายมาก มีโอกาสที่จะพบการลักลอบเคลื่อนย้ายแบบผิดกฎหมาย นอกจากนี้ต้องมีการประสานงานไปยังจังหวัดที่มีการนำสุกรเข้า-ออกจำนวนมากเพื่อการติดต่อประสานงานและผนวกกำลังร่วมมือควบคุมดูแลการเคลื่อนย้ายสุกรให้เป็นไปอย่างถูกต้อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคระบาดในสุกรภายในจังหวัดได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. นำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนปฏิบัติงานเฝ้าระวังและป้องกันโรคระบาดในสุกร และวางแผนตรวจติดตามการเคลื่อนย้ายสุกรในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว เช่น มีการเฝ้าระวังอย่างเข้มงวดในอำเภอที่มีการเคลื่อนย้ายเข้า – ออกจำนวนมาก เป็นต้น และสามารถนำเสนอส่งต่อข้อมูลให้เจ้าหน้าที่ได้ทราบและเข้าใจได้
2. นำข้อมูลมาปรับใช้วางแผนในการประชาสัมพันธ์ข่าวสารและความรู้ หรือระเบียบต่าง ๆ ให้แก่ประชาชนได้อย่างทั่วถึง
3. นำข้อมูลมาปรับใช้ในงานด้านอื่น ๆ เช่น การพยากรณ์แนวโน้มของจำนวนผู้ค้าซากสัตว์ในอำเภอที่มีจำนวนการเคลื่อนย้ายสุกรเข้ามา อาจจะเชื่อมโยงกับการค้าเนื้อสัตว์ที่ผิดกฎหมายได้ หรือแนวโน้มของจำนวนสัตว์ในอำเภอที่มีการเคลื่อนย้ายสัตว์เข้ามา อาจจะเชื่อมโยงกับงานส่งเสริมการเลี้ยงปศุสัตว์และการเข้าดูแลสุขภาพสัตว์
4. เป็นแนวทางในการศึกษาวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมในด้านอื่น ๆ เช่น เครือข่ายผู้ค้าซากสุกรในจังหวัดกระบี่ เครือข่ายโรงฆ่าสุกรในจังหวัดกระบี่ เป็นต้น

ข้อจำกัดในการศึกษา

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมไม่ใช่ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรทั้งหมดในจังหวัดกระบี่ เพราะเป็นข้อมูลที่ได้จากระบบ e-movement เท่านั้น ไม่ได้รวมถึงการเคลื่อนย้ายที่ไม่ได้อยู่ในระบบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.น.สพ.ดร. ชัยเทพ พูลเขตต์ อาจารย์ภาควิชาสัตวแพทยศาสตรบัณฑิต คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรม Ucinet ในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ขอขอบคุณสัตวแพทย์หญิงวิไลภรณ์ วงศ์พุกษาสูง นายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษ สำนักควบคุมป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ และนายสัตวแพทย์ณัฐวิทย์ อิ่มมาก นายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานปศุสัตว์เขต 5 ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการทำวิจัย ขอขอบคุณนายสัตวแพทย์

ปัญญา แววดี ปศุสัตว์จังหวัดกระบี่ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัย รวมถึงบุคคลากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ทำให้ผลงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2565ก. ระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์. แหล่งที่มา : <https://newemove.dld.go.th/emm/menu>, 12 เมษายน 2565.
- กรมปศุสัตว์. 2565ข. ระบบสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังโรคระบาดสัตว์ สำนักควบคุม ป้องกันและบำบัดโรคสัตว์. แหล่งที่มา : <http://www.esmartsur.net/Backend/KKR1.aspx>, 3 กันยายน 2565.
- ณัฐชัย วรสุทธิ และ นพวรรณ บัวมีรูป. 2560. การวิเคราะห์เครือข่ายการเคลื่อนย้ายกระบือและโค ในพื้นที่ระดับตำบลของประเทศไทย. กองสารวัตรและกักกัน, กรมปศุสัตว์.
- ณัฐวิทย์ อิ่มมาก และ ณัฐนิชา ตียะสุขเศรษฐ์. 2557. การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ระหว่างปี 2560-2561. แหล่งที่มา: <https://region5.dld.go.th/webnew/index.php/th/news-menu/2019-08-07-09-22-50/1278-1-6>, 12 เมษายน 2565.
- พิมาลา เกษมสุข และ สุขุม สนธิพันธ์ 2561. การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้า และออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558-2559. แหล่งที่มา: https://region7.dld.go.th/webnew/images/region7-2562/Yuttasart/Academic_work/2561/12561.pdf, 12 เมษายน 2565.
- ลัทธพรณ เองตระกูล และ ปุริช ออคุณสวัสดิ์. 2564. การศึกษาการเคลื่อนย้ายโคกระบือของจังหวัดปทุมธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2561 – 2562 โดยใช้การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม. แหล่งที่มา: https://pvlo-ptn.dld.go.th/webnew/images/stories/news/livestock/study_cow-buffalo.pdf, 12 เมษายน 2565.
- สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดกระบี่. 2565ก. ระบบตรวจสอบมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, รายงานสถานประกอบการ ทะเบียนฟาร์มมาตรฐาน (GAP). แหล่งที่มา: <http://blsc.dld.go.th/m88/iReport/1>, 12 เมษายน 2565.
- สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดกระบี่. 2565ข. ระบบทะเบียนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์, รายงานจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร และสุกร. แหล่งที่มา : <https://eregist.dld.go.th/officer/report>, 12 เมษายน 2565.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2565. แหล่งที่มา: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2565/trendstat2565-Final-Download.pdf>, 12 เมษายน 2565
- สุพจน์ หนูปัทยา. 2558. การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคกระบือในจังหวัดสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Beltrán-Alcrudo, D., Arias, M., Gallardo, C., Kramer, S. & Penrith, M.L. 2017. African swine fever: detection and diagnosis – A manual for veterinarians. FAO Animal Production and Health Manual No. 19. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 16-34.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G. & Freeman, L. C. (2002). Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.

- Dubé C, Ribble C, Kelton D, McNab B. Comparing network analysis measures to determine potential epidemic size of highly contagious exotic diseases in fragmented monthly networks of dairy cattle movements in Ontario, Canada. *Transbound Emerg Dis.* 2008 Dec;55(9-10):382-92. doi: 10.1111/j.1865-1682.2008.01053. x. Epub 2008 Sep 23. PMID: 18840200.
- Golbeck, j. 2013 *Analyzing the Social Web*, Chapter 3 - Network Structure and Measures. pages 25-44. Available source: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/3-s2.0-B9780124055315000031/first-page-pdf>
- Kinsley, A. C., Perez, A. M., Craft, M. E., & Vanderwaal, K. L. 2019. Characterization of swine movements in the United States and implications for disease control. *Preventive Veterinary Medicine*, 164, 1–9.
- Lee, Jana., Polson, Dale., Lowe, Erin., Main, Rodger., Holtkamp, Derald., Martínez-López, B., 2017. Unraveling the contact patterns and network structure of pig shipments in the United States and its association with porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) outbreaks. Available source: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167587717301010>, 12 April 2022.
- Martínez-López, B., Perez, A.M., Sánchez-Vizcaíno, J.M., 2009. Social Network Analysis. Review of General Concepts and Use in Preventive Veterinary Medicine. *Transboundary and Emerging Diseases* 56, 109-120.
- Martino, F. and A. Spoto. 2006. Social Network Analysis: A brief theoretical review and further perspectives in the study of Information Technology. *PsychNology Journal*. 4:53-86.
- Poolkhet C, Kasemsuwan S, Phiphakhavong S, Phouangsouvanh I, Vongxay K, Shin MS, Kalpravidh W, Hinrichs J. 2019. Social network analysis for the assessment of pig, cattle and buffalo movement in Xayabouli, Lao PDR. *PeerJ* 6: e6177 DOI 10.7717/peerj.6177.
- Schulz, Jana., Boklund, Anette., Halasa, Tariq H. B., Toft, Nils., Lentz, Hartmut H. K., 2017. Network analysis of pig movements: Loyalty patterns and contact chains of different holding types in Denmark. Available source: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28662077/>, 12 April 2022.
- Scott, J. (2000). *Social Network Analysis, A Handbook* (2nd ed.). London: SAGE Publication LTD.