



ผลงาน

เรื่อง

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่
จังหวัดชลบุรีในปี พ.ศ. 2567

โดย

นางสาวอลิสา กิรติวคิน

ตำแหน่ง นายสัตวแพทย์ชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่ 2643

กลุ่มพัฒนาสุขภาพสัตว์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดชลบุรี

เพื่อขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษ

ตำแหน่งเลขที่ 2643 กลุ่มพัฒนาสุขภาพสัตว์

สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดชลบุรี

สัดส่วนผลงานร้อยละ 60

ผู้ร่วมดำเนินการ จำนวน 2 ราย คือ

1. นางสาวพิชญา วีระพันธุ์ ตำแหน่ง นายสัตวแพทย์ชำนาญการ สัดส่วนผลงานร้อยละ 20
2. นางสาวกรกมล ธนะกิจศิริ ตำแหน่ง นายสัตวแพทย์ชำนาญการ สัดส่วนผลงานร้อยละ 20

คำนำ

การเคลื่อนย้ายสุกรเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการแพร่กระจายของโรคในอุตสาหกรรม การเลี้ยงสุกร การทำความเข้าใจโครงสร้างและรูปแบบการเชื่อมโยงของการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างพื้นที่จึงเป็น พื้นฐานสำคัญในการวางแผนป้องกันและควบคุมโรคอย่างมีประสิทธิภาพ จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการเลี้ยงและเคลื่อนย้ายสุกรในปริมาณสูง ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดและแพร่ระบาดของโรค การวิเคราะห์ เครือข่ายทางสังคม (social network analysis: SNA) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาความสัมพันธ์ และรูปแบบการเชื่อมโยงในระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์ ซึ่งสามารถใช้ระบุเป้าหมายสำคัญในการเฝ้าระวังและ ควบคุมโรค เพื่อให้สามารถตรวจพบโรคได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพก่อนที่โรคจะแพร่กระจายไปยัง แหล่งอื่น และควบคุมโรคได้รวดเร็วในกรณีเกิดโรคระบาด

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษารูปแบบการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกจากพื้นที่จังหวัดชลบุรีในปี พ.ศ. 2567 โดยใช้แนวทางการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างของเครือข่าย ระบุจุด ศูนย์กลางของเครือข่าย และอำเภอสำคัญที่อาจมีบทบาทในการแพร่กระจายของโรค ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนการ กำหนดมาตรการเฝ้าระวัง ควบคุม และป้องกันโรคในอนาคตให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คณะผู้จัดทำคาดหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดการด้านสุขภาพสัตว์ ตลอดจนเป็นข้อมูล พื้นฐานในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังและควบคุมโรคที่สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่อย่างยั่งยืน

อลิสา กীরตวิสิน

กรกฎาคม 2568

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(ก)
สารบัญ	(ข)
สารบัญตาราง	(ค)
สารบัญภาพ	(ง)
1. ชื่อเรื่อง	1
2. ระยะเวลาการดำเนินการ	1
3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	1
4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน	3
5. ผลสำเร็จของงาน	6
5.1 ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ	6
5.2 ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ	7
6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ	16
7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ	17
8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ	17
9. ข้อเสนอแนะ	17
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	21
ภาคผนวก ก	22

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 วัตถุประสงค์ของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567	6
ตารางที่ 2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของค่าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายทางสังคมของ การเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567	7
ตารางที่ 3 ค่าศูนย์กลาง (centrality) ของ node 10 อันดับแรกของเครือข่ายทางสังคมของ การเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567	9

สารบัญภาพ

	หน้า
<p>ภาพที่ 1 เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 โดยปรับขนาด node ตามค่า in - degree และขนาดลูกศร ตามความถี่ในการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอ</p>	10
<p>ภาพที่ 2 เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 โดยปรับขนาด node ตามค่า out - degree และขนาดลูกศร ตามความถี่ในการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอ</p>	11
<p>ภาพที่ 3 อำเภอที่เป็น Cut point ในเครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567</p>	12
<p>ภาพที่ 4 การกระจายตัวของค่าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567</p>	14

1. เรื่อง การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่จังหวัดชลบุรี
ในปี พ.ศ. 2567

2. ระยะเวลาการดำเนินการ มกราคม 2568 ถึง กรกฎาคม 2568

3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่จังหวัดชลบุรี ในปี พ.ศ. 2567 ได้มีการใช้ความรู้ทางวิชาการ ความชำนาญงาน ประสบการณ์ รวมถึงกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง ในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 ความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (social network analysis) เป็นศาสตร์ที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในสาขาสังคมวิทยา จิตวิทยา มานุษยวิทยา ชีววิทยา และการแพทย์ โดยเป็นวิธีการศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ (edges) ระหว่างหน่วยต่างๆ (nodes) ในเครือข่าย แสดงผลเป็นแผนภูมิโดยจุดเป็นตัวแทนของสมาชิก และเส้นเป็นตัวแทนของความสัมพันธ์ในเครือข่าย โดยจำแนกเป็นเครือข่ายแบบมีทิศทาง (directed network) และเครือข่ายแบบไม่มีทิศทาง (undirected network) (Tabassum et al., 2018) การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1) การวิเคราะห์ในระดับหน่วยย่อย (analysis of individual nodes) ศึกษาค่าความเป็นศูนย์กลางของแต่ละหน่วยย่อย ได้แก่ in-degree คือจำนวนความสัมพันธ์ที่มีทิศทางเข้าหาหน่วยที่สนใจ out-degree คือจำนวนความสัมพันธ์ที่มีทิศทางออกจากหน่วยที่สนใจ weighted in-degree คือจำนวนครั้งของความสัมพันธ์ที่มีทิศทางเข้าหาหน่วยที่สนใจ weighted out-degree คือ จำนวนครั้งของความสัมพันธ์ที่มีทิศทางออกจากหน่วยที่สนใจ closeness คือ ค่าที่ใช้บอกถึงความใกล้ชิดของหน่วยนั้นๆ กับหน่วยอื่นๆ ในเครือข่าย และ betweenness คือจำนวนครั้งที่หน่วยที่สนใจอยู่ระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยใดๆ ในเครือข่าย

2) การวิเคราะห์ในระดับกลุ่มย่อย (analysis of subgroup) ศึกษาการเชื่อมโยงกันของหน่วยในเครือข่ายว่ามีลักษณะเป็น weak component คือ ที่ทุกหน่วยเชื่อมโยงกันได้โดยไม่สนใจทิศทางของการเชื่อมโยง หรือ strong component คือ ทุกหน่วยเชื่อมโยงกันได้โดยสนใจทิศทางของการเชื่อมโยง และ cut point คือ หน่วยที่เมื่อตัดออกแล้วจะทำให้เครือข่ายย่อยแตกออกจากกัน

3) การวิเคราะห์ระดับเครือข่าย (analysis of network) ศึกษาโครงสร้างการเชื่อมต่อของเครือข่าย จากค่าความหนาแน่นของเครือข่าย (density) ค่าการเกาะกลุ่มกันของเครือข่าย (clustering coefficient) แสดงผลของความสัมพันธ์ในรูปแบบกราฟ และสร้าง sociogram

3.1.2 โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

1) Gephi เป็นซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์กราฟและเครือข่าย สามารถกำหนดการแสดงผลได้หลากหลายเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย และสามารถรองรับเครือข่ายขนาดใหญ่ได้ (Bastian et al., 2009)

2) UCINET เป็นโปรแกรมทั่วไปสำหรับการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ซึ่งมักถูกใช้ในทางสังคมศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามทางสังคม (sociometric survey) โปรแกรมนี้สามารถใช้อธิบายลักษณะของเครือข่ายโดยรวม และตำแหน่งของโหนดภายในเครือข่าย นอกจากนี้ยังมีเทคนิคการวิเคราะห์หลายรูปแบบ เช่น การค้นหากลุ่มย่อยที่มีความเชื่อมโยงกัน (clustering) การสร้างแบบจำลองกลุ่ม (blockmodeling) และการวิเคราะห์ทางสถิติแบบพหุคูณ (multivariate statistical analysis) แม้ว่าโปรแกรมจะมีฟีเจอร์ขั้นสูงหลายอย่าง แต่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายสำหรับนักวิจัยที่ไม่ได้มีพื้นฐานด้านเทคนิคมากนัก (Borgatti, 2002)

3.1.3 ระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) คือระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการขออนุญาตและติดตามการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อควบคุมและเฝ้าระวังโรคระบาดสัตว์ โดยแบ่งการอนุญาตออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) ใบอนุญาตเคลื่อนย้ายสัตว์ไปยังเขตโรคระบาดชั่วคราว เขตโรคระบาด และเขตเฝ้าระวังโรคระบาด (ร.3) ใช้สำหรับการเคลื่อนย้ายข้ามจังหวัดหรือภายในจังหวัดที่ประกาศเขตโรคระบาด

2) ใบอนุญาตเคลื่อนย้ายสัตว์ไปยังท้องที่ต่างจังหวัด (ร.4) ใช้สำหรับพื้นที่ที่ไม่มีการประกาศเขตโรคระบาด

3) ใบอนุญาตเคลื่อนย้ายสัตว์ไปยังเขตควบคุมโรคระบาดหรือเขตปลอดโรคระบาด (ร.5) ใช้สำหรับการเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่ที่ประกาศเขตควบคุมโรคระบาดหรือเขตกันชนระบาด

3.2 กฎหมาย/ระเบียบที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ. 2558 มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันและควบคุมโรคระบาดที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและความมั่นคงด้านสุขภาพสัตว์ของประเทศ โดยมาตราที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่

1) มาตรา 18 เมื่อประกาศเขตควบคุมโรคระบาด เขตปลอดโรคระบาด หรือเขตกันชนโรคระบาดตามมาตรา 17 แล้ว ห้ามมิให้ผู้ใดเคลื่อนย้ายสัตว์หรือซากสัตว์ตามที่ระบุในประกาศดังกล่าวเข้าในหรือผ่านเขตนั้น เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากอธิบดีหรือสัตวแพทย์ซึ่งอธิบดีมอบหมายทุกครั้งที่มีการเคลื่อนย้าย

2) มาตรา 22 เมื่อประกาศกำหนดเขตโรคระบาดชั่วคราวตามมาตรา 20 หรือประกาศกำหนดเขตโรคระบาดหรือเขตเฝ้าระวังโรคระบาดตามมาตรา 21 ห้ามมิให้ผู้ใดเคลื่อนย้ายสัตว์หรือซากสัตว์ตามที่กำหนดในประกาศดังกล่าว เข้า ออก ผ่าน หรือภายในเขตนั้น เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากสัตวแพทย์ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบประจำเขตนั้นทุกครั้งที่มีการเคลื่อนย้าย

3) มาตรา 34 ภายใต้บังคับมาตรา 18 และมาตรา 22 เพื่อประโยชน์ในการป้องกันและควบคุมโรคระบาด ผู้ใดนำสัตว์หรือซากสัตว์ดังต่อไปนี้ไปยังท้องที่จังหวัดอื่นต้องทำเครื่องหมายประจำตัวสัตว์และให้นำความในมาตรา 9 วรรคสอง และวรรคสาม มาใช้บังคับโดยอนุโลม และต้องได้รับใบอนุญาตจากสัตวแพทย์ประจำท้องที่ต้นทางทุกครั้ง

4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

4.1 สรุปสาระสำคัญ

ระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบการเลี้ยงสัตว์ การควบคุมโรคระบาดสัตว์ และความมั่นคงทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมการผลิตปศุสัตว์ ซึ่งจังหวัดชลบุรี เป็นพื้นที่ที่มีสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตสุกรและซากสุกรเป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2567 จังหวัดชลบุรีมีฟาร์มสุกรรวมจำนวน 128 ฟาร์ม ประกอบด้วย ฟาร์มสุกรพันธุ์ 27 ฟาร์ม ซึ่งมีจำนวนสุกรพันธุ์รวมทั้งสิ้น 39,392 ตัว ฟาร์มสุกรขุน 84 ฟาร์ม ซึ่งมีจำนวนสุกรขุนรวมทั้งสิ้น 45,890 ฟาร์มสุกรครบวงจร 17 ฟาร์ม ซึ่งมีจำนวนสุกรรวมทั้งสิ้น 84,663 ตัว ในด้านโรงฆ่าสุกร จังหวัดชลบุรีมีโรงฆ่าสุกรรวมจำนวน 48 แห่ง โดยแบ่งเป็นโรงฆ่าสัตว์ขนาดเล็ก (กำลังการผลิต 1-50 ตัว/วัน) และขนาดกลาง (กำลังการผลิต 51-200 ตัว/วัน) รวมจำนวน 46 แห่ง โดยมีกำลังการผลิตเฉลี่ย 69 ตัวต่อวัน ขณะที่โรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ จำนวน 2 แห่ง โดยมีกำลังการผลิตสูงถึง 900 ตัวต่อวัน (กรมปศุสัตว์, 2567) ด้วยเหตุนี้แล้วทำให้มีการเคลื่อนย้ายสุกรมีชีวิตเข้า-ออก และผ่านจังหวัดชลบุรีเป็นจำนวนมาก โดยในประเทศไทย ได้พบการระบาดของโรคคอตีบแอฟริกาในสุกร (African swine fever; ASF) ครั้งแรกใน ปี พ.ศ. 2565 ในพื้นที่ 35 จังหวัด ต่อมาในปี พ.ศ. 2566 พบในพื้นที่ 4 จังหวัด และในปี พ.ศ. 2567 ยังพบฟาร์มสุกรสงสัยตามนิยามโรค ASF ในพื้นที่ 3 จังหวัด (กรมปศุสัตว์, 2567) นอกจากนี้ ยังคงพบโรคปากและเท้าเปื่อย (foot and mouth disease; FMD) ระบาดอยู่ในประเทศไทย ซึ่งทั้งสองโรคนี้นี้ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร กระทบต่อผู้บริโภคที่ต้องเผชิญกับค่าครองชีพที่สูงขึ้น ทำให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ กรมปศุสัตว์มีระบบการควบคุมการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ โดยการพัฒนากระบวนการเคลื่อนย้ายสัตว์ และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) (กองสารวัตรและกักกัน, 2557) ทำให้สามารถส่งออกข้อมูลการเคลื่อนย้ายสัตว์เพื่อมาใช้วิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของ การเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออก อำเภอ ภายในจังหวัดชลบุรีได้

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (social network analysis; SNA) เป็นวิธีการศึกษาความสัมพันธ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างหน่วยต่างๆ ในเครือข่ายผ่านตัวชี้วัดที่สำคัญ ได้แก่ in-degree, out-degree, weighted in-degree, weighted out-degree, closeness และ betweenness (Tabassum et al., 2018) โดยข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์เหล่านี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาแนวทางในการควบคุม การระบาดของโรค และการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค (Christakis and Fowler, 2009) นอกจากนี้ การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ทำให้เข้าใจถึงบทบาทของแต่ละหน่วยย่อยในเครือข่าย ว่าส่งผลกระทบ อย่างไรต่อการเคลื่อนย้ายสุกร รวมถึงสามารถคาดการณ์จุดที่อาจเป็นศูนย์กลางความเสี่ยงของการแพร่ระบาดของโรคได้ล่วงหน้า ทำให้การกำหนดนโยบายและการวางแผนมาตรการเพื่อควบคุมโรคเป็นไปได้ อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Büttner et al., 2013)

4.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

การศึกษาเป็นแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) โดยใช้ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรที่เข้า-ออกในอำเภอของจังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive analytics) และวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (social Network Analysis) โดยมีขั้นตอนและวิธีการศึกษา ดังนี้

4.2.1 ประชากรและตัวอย่างที่ทำการศึกษา

ใช้ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า ออก ผ่านหรือภายในเขตโรคระบาดชั่วคราว เขตโรคระบาด หรือเขตเฝ้าระวังโรคระบาด (แบบ ร.3) และข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกร เข้าใน หรือผ่านเขตควบคุมโรคระบาด เขตปลอดโรคระบาด หรือเขตกักกันโรคระบาด (แบบ ร.5) จากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) โดยกองสารวัตรและกักกัน กรมปศุสัตว์ โดยใช้เฉพาะข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรที่เข้า-ออก ในอำเภอของจังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 ชลบุรี โดยกำหนดให้หน่วยย่อยของการศึกษา (node) คือ อำเภอ ที่มีการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจากจังหวัดชลบุรี และเส้นเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยย่อยคือ (edges) คือ เส้นทางในการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออก ในอำเภอของจังหวัดชลบุรี และทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (data validation) ก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสุกร ได้แก่ วัตถุประสงค์ในการเคลื่อนย้าย จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้าย จำนวนสัตว์ในการเคลื่อนย้าย โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

4.2.3 การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (social Network Analysis)

แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1) การวิเคราะห์ในระดับหน่วยย่อย (analysis of individual nodes)

ศึกษาค่าความเป็นศูนย์กลางของแต่ละหน่วยย่อย (node) คือ อำเภอ โดยใช้โปรแกรม Gephi 0.10.1 (Batisan et al., 2009) ประกอบด้วย ค่า degree ค่า betweenness และ ค่า closeness ดังนี้

- ค่า in-degree คือ จำนวนอำเภอต้นทางที่เคลื่อนย้ายสุกรเข้าพื้นที่
- ค่า out-degree คือ จำนวนอำเภอปลายทางที่เคลื่อนย้ายสุกรเข้าพื้นที่
- ค่า weighted in-degree คือ จำนวนครั้งของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าพื้นที่
- ค่า weighted out-degree คือ จำนวนครั้งของการเคลื่อนย้ายสุกรออกพื้นที่
- ค่า betweenness คือ จำนวนการเคลื่อนย้ายสุกรผ่านอำเภอนั้นๆ เพื่อไปอำเภออื่น
- ค่า closeness คือ ค่าที่ใช้บอกถึงความใกล้ชิดของอำเภอนั้นๆ กับอำเภอนั้นๆ ทุกอำเภอในเครือข่ายที่ทำการศึกษา

2) การวิเคราะห์ในระดับกลุ่มย่อย (analysis of subgroup)

ศึกษาการเกาะกลุ่มกันของอำเภอภายในเครือข่าย โดยพิจารณาจากค่า component โดยใช้โปรแกรม Gephi 0.10.1 (Batisan et al., 2009) และค่า cut point รวมทั้งสร้าง sociogram cut point โดยใช้โปรแกรม UCINET 6.671 (Borgatti et al., 2002) ประกอบด้วย

- weak component คือ component ที่ทุกอำเภอเชื่อมโยงกันได้ โดยไม่สนใจทิศทางของการเชื่อมโยง
- strong component คือ component ที่ทุกอำเภอเชื่อมโยงกันได้ โดยสนใจทิศทางของการเชื่อมโยง
- cut point คือ อำเภอที่เมื่อถูกตัดออกจากเครือข่ายจะทำให้ component แยกออกจากกัน

3) การวิเคราะห์ระดับเครือข่าย (analysis of network)

เพื่อศึกษาโครงสร้างการเชื่อมต่อของเครือข่าย จากค่าความหนาแน่นของเครือข่าย (density) ค่าการเกาะกลุ่มกันของเครือข่าย (clustering coefficient) แสดงผลของความสัมพันธ์ในรูปแบบกราฟ และสร้าง sociogram เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออก อำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 โดยใช้โปรแกรม Gephi 0.10.1 (Batisan et al., 2009)

4.2.4 การอภิปรายและสรุปผลการศึกษา

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล วิจัยณ์ผลการศึกษา และเขียนรายงานทางวิชาการ

4.3 เป้าหมายของงาน

- 1) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกอำเภอในจังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2567
- 2) เพื่อศึกษารูปแบบการเชื่อมโยงของจุดสำคัญในเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกอำเภอในจังหวัดชลบุรี ปี พ.ศ. 2567 และระบุอำเภอที่มีบทบาทสำคัญในเครือข่าย

5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

5.1 ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

5.1.1 การเคลื่อนย้ายสุกรในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ในปี พ.ศ. 2567

จากข้อมูลการเคลื่อนย้ายเคลื่อนย้ายสุกร เข้า ออก ผ่านหรือภายในเขตโรคระบาดชั่วคราว เขตโรคระบาด หรือเขตเฝ้าระวังโรคระบาด (แบบ ร.3) และข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกร เข้าใน หรือผ่านเขตควบคุมโรคระบาด เขตปลอดโรคระบาด หรือเขตกักกันโรคระบาด (แบบ ร.5) ผ่านระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 พบว่าการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี มีจำนวน 37,548 ครั้ง รวมเป็นจำนวนสุกรทั้งหมด 3,076,613 ตัว โดยมีค่ามัธยฐานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนสุกรในการเคลื่อนย้ายต่อครั้ง คือ 45 ± 121.31 ตัว/ครั้ง (ค่าต่ำสุด 1 ตัว/ครั้ง และค่าสูงสุด 1,300 ตัว/ครั้ง) เมื่อพิจารณาข้อมูลตามจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายสุกร พบว่า วัตถุประสงค์ในการเคลื่อนย้ายมากที่สุด คือ เพื่อเข้าโรงฆ่า คิดเป็นร้อยละ 69.02 (25,916/37,548) รองลงมาคือ เพื่อไปจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 19.73 (7,407/37,548) และเพื่อนำไปเลี้ยง คิดเป็นร้อยละ 5.64 (2,118/37,548) และเมื่อพิจารณาข้อมูลตามจำนวนสุกรในการเคลื่อนย้าย พบว่า วัตถุประสงค์ในการเคลื่อนย้ายส่วนใหญ่ คือ เพื่อเข้าโรงฆ่า คิดเป็นร้อยละ 37.72 (1,160,387/3,076,613) รองลงมาคือ เพื่อไปเลี้ยงขุน คิดเป็นร้อยละ 24.40 (750,846/3,076,613) และเพื่อนำไปเลี้ยง คิดเป็นร้อยละ 18.86 (580,301/3,076,613) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 วัตถุประสงค์ของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567

วัตถุประสงค์	จำนวนการเคลื่อนย้าย (ครั้ง)	ร้อยละจำนวนครั้งเคลื่อนย้าย	จำนวนสุกร (ตัว)	ร้อยละจำนวนสุกรเคลื่อนย้าย	จำนวนสุกรที่เคลื่อนย้าย (ตัว/ครั้ง)					
					ค่าเฉลี่ย	มัธยฐาน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ฐานนิยม	ค่าน้อยที่สุด	ค่ามากที่สุด
เข้าโรงฆ่า	25,916	69.02%	1,160,387	37.72%	45	20	48.99	15	1	1,000
ไปจำหน่าย	7,407	19.73%	569,868	18.52%	77	80	31.8	80	4	340
นำไปเลี้ยง	2,118	5.64%	580,301	18.86%	274	225	191	225	1	1,200
ไปเลี้ยงขุน	1,881	5.01%	750,846	24.40%	399	350	230.6	250	20	1,300
ไปทำพันธุ์	219	0.58%	13,309	0.43%	61	35	73.06	10	1	256
ส่งออก	4	0.01%	1,850	0.06%	463	350	335.09	-	200	950
ไปใช้งาน	3	0.01%	52	0.00%	17	12	11.01	-	10	30
รวม	37,548	100.00%	3,076,613	100	82	45	121.31	15	1	1,300

5.2 ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

5.2.1 การวิเคราะห์ในระดับหน่วยย่อย (analysis of individual nodes)

จากการวิเคราะห์เครือข่าย พบว่าเป็นระบบเครือข่ายที่มีทิศทาง (directed network) โดยมีจำนวนอำเภอที่เกี่ยวข้องในเครือข่ายทั้งหมด (nodes) 116 อำเภอ และมีความสัมพันธ์ในการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอ (edges) 668 เส้น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลระดับหน่วยย่อยโดยหาค่าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายของแต่ละอำเภอ วัตถุประสงค์มาเป็นค่าพารามิเตอร์ของเครือข่าย พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนอำเภอต้นทางที่เคลื่อนย้ายสุกรเข้าสู่อำเภอ (average in-degree) และค่าเฉลี่ยจำนวนอำเภอปลายทางที่เคลื่อนย้ายสุกรออกจากอำเภอ (average out-degree) มีค่าเท่ากับ 5.79 (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าอำเภอในเครือข่ายนี้มีแนวโน้มในการรับและแพร่กระจายโรคใกล้เคียงกัน ทำให้ฟาร์มสุกรขุนที่มีการรับลูกสุกรมาจากแหล่งอื่น เพื่อนำมาเลี้ยงขุนภายในฟาร์มรวมถึงส่งสุกรขุนพร้อมเข้าเชือดไปยังพื้นที่อื่น และโรงฆ่าสุกร ซึ่งเป็นสถานประกอบการที่มีการรับและรวมสุกรที่พร้อมเข้าเชือดจากหลายแหล่ง เป็นสถานประกอบการที่มีบทบาทสำคัญในเครือข่ายในการพิจารณาใช้มาตรการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรค เพื่อลดโอกาสการรับและแพร่กระจายโรคระหว่างอำเภอภายในเครือข่ายนี้ได้

ตารางที่ 2 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของค่าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกร
เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567

ค่าสถิติเชิงพรรณนา	ค่าศูนย์กลางของเครือข่าย					
	in-degree	out-degree	weighted in-degree	weighted out-Degree	betweenness	closeness
ค่าเฉลี่ย	5.79	5.79	323.69	323.69	31.41	0.16
ค่ามัธยฐาน	3	0	13	0	0	0
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.87	14.06	1,350.37	1,928.16	172.11	0.25
ค่าน้อยที่สุด	0	0	0	0	0	0
ค่ามากที่สุด	672	672	37,548	37,548	3,644.00	18.44

เมื่อพิจารณาระดับหน่วยย่อยพบว่า อำเภอที่มีค่า in-degree สูง ได้แก่ อำเภอพนสนิคม อำเภอบ่อทอง และอำเภอบางละมุง ซึ่งมีค่า 31 28 และ 26 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณโรงฆ่าสัตว์ในพื้นที่ อำเภอที่มีค่า out-degree สูง ได้แก่ อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง และอำเภอพนสนิคม ซึ่งมีค่า 96 60 และ 53 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟาร์มสุกรขุนที่มีจำนวนมากในพื้นที่ และอำเภอที่มีค่าทั้ง in-degree และ out-degree สูงทั้งสองค่า ได้แก่ อำเภอพนสนิคม และอำเภอบ่อทอง โดยทั้งสองอำเภอนี้เป็นอำเภอที่มีฟาร์มสุกรขุน และโรงฆ่าสุกรเป็นจำนวนมาก ทั้งในด้านจำนวนสถานประกอบการ และกำลัง

การผลิตของแต่ละสถานประกอบการ ดังนั้น จึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกในอำเภอดังกล่าว เป็นจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับอำเภออื่นในจังหวัดชลบุรี

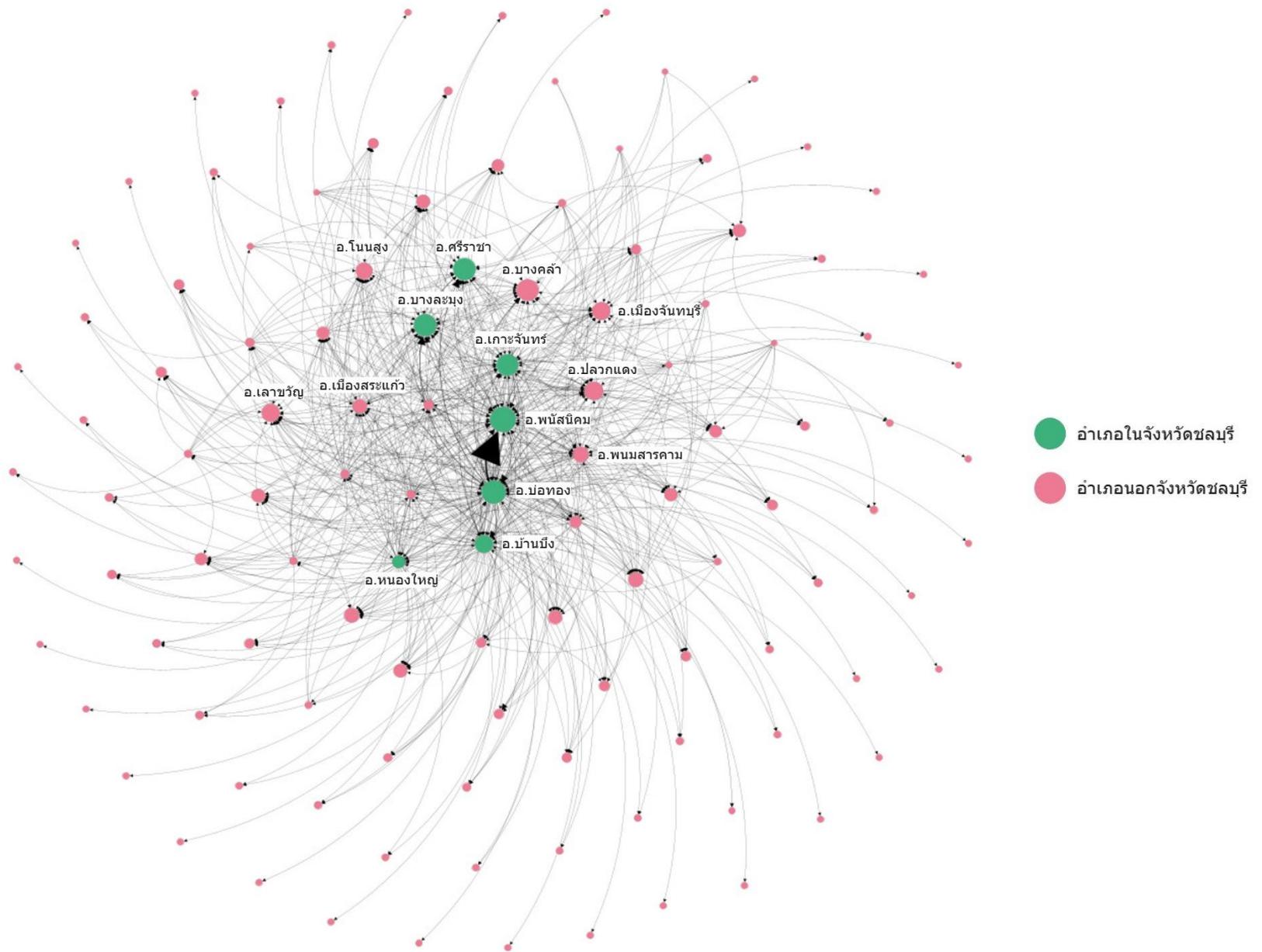
เมื่อพิจารณาค่า weighted in-degree โดยหากมีค่าสูงแสดงว่า มีความถี่ในการเคลื่อนย้ายเข้า node นั้นสูง (Opsahl et al., 2010) พบว่า อำเภอที่มีค่า weighted in-degree สูง ได้แก่ อำเภอพนัสนิคม อำเภอบางละมุง และอำเภอบ่อทอง โดยมีค่า เท่ากับ 13,309 3,566 และ 3,256 ตามลำดับ จึงทำให้อำเภอดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงในการรับโรคที่อาจมาจากสุกรที่เคลื่อนย้ายจากอำเภออื่นเข้ามา และอำเภอที่มีค่า weighted out-degree สูง โดยหากมีค่าสูงแสดงว่า มีความถี่ในการเคลื่อนย้ายออกจาก node นั้นสูง ได้แก่ อำเภอบ่อทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ้านบึง โดยมีค่า weighted out-degree เท่ากับ 19,872 5,240 และ 2,499 ตามลำดับ จึงทำให้อำเภอดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงในการเป็นอำเภอที่มีความสามารถในการแพร่กระจายโรคผ่านกระบวนการเคลื่อนย้ายสุกรไปยังอำเภออื่นๆ และอำเภอที่มีค่า ทั้ง weighted in-degree และ weighted out-degree สูงทั้งสองค่า ได้แก่ อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ่อทอง (ตารางที่ 3) ซึ่งบ่งชี้ถึงความสำคัญของทั้งสองอำเภอในฐานะของอำเภอที่มีความเสี่ยงสูงในการรับโรคจากอำเภออื่นและเป็นอำเภอที่มีความเสี่ยงสูงในการแพร่กระจายโรคไปยังอำเภออื่น ดังนั้นอำเภอดังกล่าวจึงเป็นจุดสำคัญในการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคเพื่อไม่ให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคภายในเครือข่าย (Lee et al., 2017)

เมื่อพิจารณาค่า betweenness ซึ่งใช้วัดสัดส่วนผลรวมของจำนวนการเคลื่อนย้ายที่สั้นที่สุดของแต่ละอำเภอในเครือข่าย โดยหากอำเภอที่มีค่านี้อันสูงแสดงว่า เป็นจุดที่มีการเคลื่อนย้ายมารวมหรือผ่านอำเภอนั้นสูง (Ortiz-Pelaez et al., 2006) ซึ่งอำเภอที่มีค่า betweenness สูงที่สุด ได้แก่ อำเภอบ่อทอง มีค่าเท่ากับ 1,669.33 อำเภอบ่อทองจึงเป็นจุดที่มีการเคลื่อนย้ายสุกรมารวมหรือเคลื่อนย้ายผ่านอำเภอสูง ทำให้เป็นอำเภอที่มีความเสี่ยงสูงในการแพร่กระจายโรคผ่านกระบวนการเคลื่อนย้ายสุกรไปยังอำเภออื่นได้สูง ดังนั้น การพิจารณาค่าควบคุมการเคลื่อนย้าย ในอำเภอดังกล่าว จะช่วยลดการแพร่กระจายของโรคภายในเครือข่ายได้ (Gate and Woolhouse, 2015) และจุดศูนย์กลาง (hub) ของเครือข่าย ซึ่งมีค่า in-degree out-degree และ betweenness สูง ได้แก่ อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ่อทอง (ตารางที่ 3) โดยการกำหนดมาตรการเฝ้าระวังและป้องกันโรคในพื้นที่ รวมถึงการเฝ้าระวังเชิงรับ (passive surveillance) และการเฝ้าระวังเชิงรุก (active surveillance) ควรนำไปปฏิบัติในพื้นที่ที่เป็นจุดศูนย์กลางของเครือข่าย (hub) เนื่องจากเป็นอำเภอที่มีโอกาสในการรับโรคจากอำเภออื่นและแพร่กระจายโรคไปยังอำเภออื่นสูงที่สุด เพื่อให้การเฝ้าระวังและป้องกันโรคในพื้นที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความคุ้มค่ามากที่สุด (Lee et al., 2017)

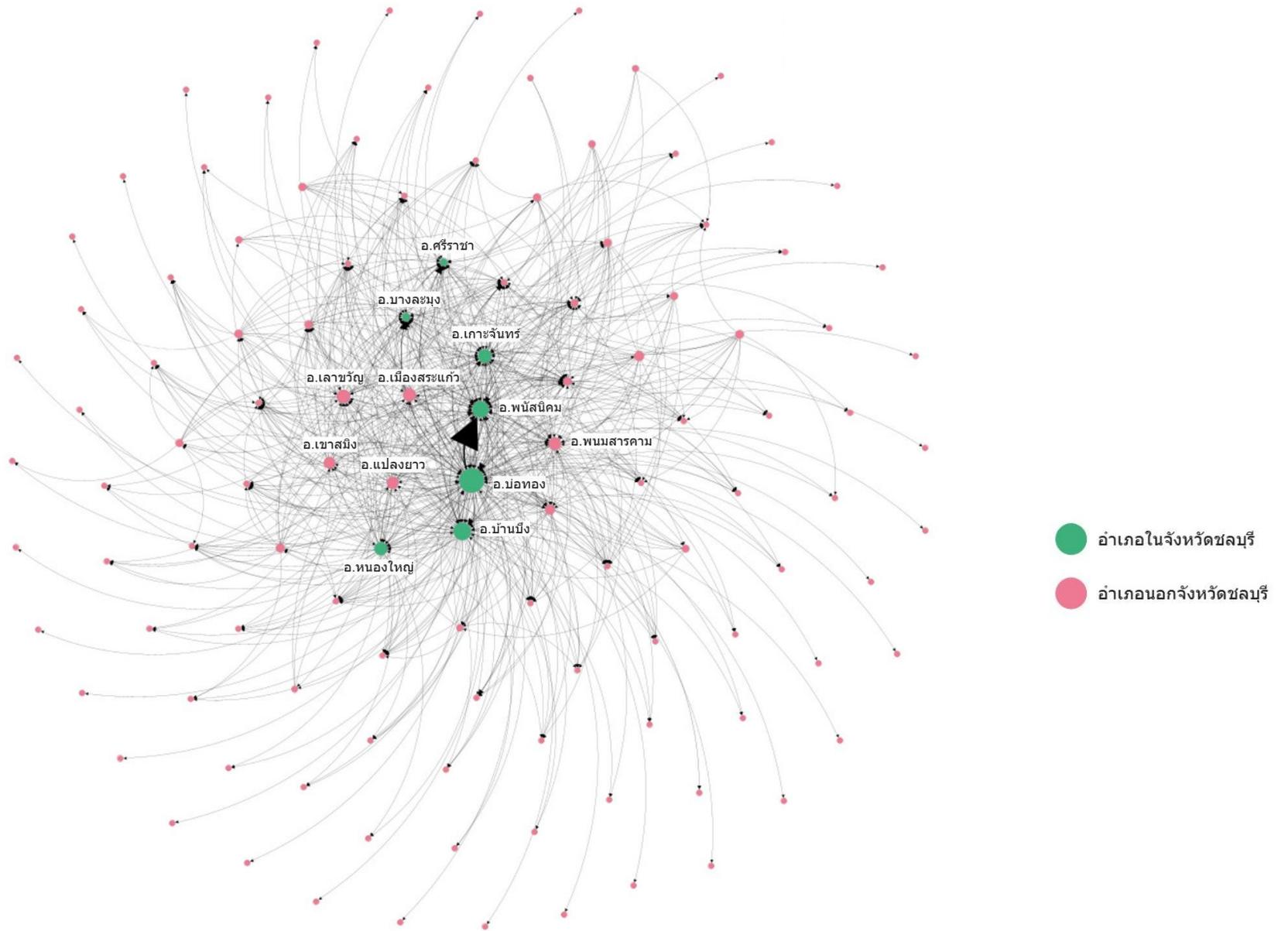
เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกร ถูกวิเคราะห์และแสดงดังภาพที่ 1 - 2 โดย node ถูกปรับขนาดตามค่า in-degree และ out-degree โดย node ที่มีความสำคัญในเครือข่ายทางสังคมจะมีขนาดใหญ่กว่า node อื่นภายในเครือข่าย

ตารางที่ 3 ค่าศูนย์กลาง (centrality) ของ node 10 อันดับแรกของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567

ที่	ค่าศูนย์กลางของ node											
	อำเภอ	in-degree	อำเภอ	out-degree	อำเภอ	weighted in-degree	อำเภอ	weighted out-degree	อำเภอ	Betweenness	อำเภอ	Closeness
1	พนัสนิคม ชลบุรี	31	บ่อทอง ชลบุรี	96	พนัสนิคม ชลบุรี	13,309	บ่อทอง ชลบุรี	19,872	บ่อทอง ชลบุรี	1,669.33	บ่อทอง ชลบุรี	0.89
2	บ่อทอง ชลบุรี	28	บ้านบึง ชลบุรี	60	บางละมุง ชลบุรี	3,566	พนัสนิคม ชลบุรี	5,240	พนัสนิคม ชลบุรี	673.90	บ้านบึง ชลบุรี	0.69
3	บางละมุง ชลบุรี	26	พนัสนิคม ชลบุรี	53	บ่อทอง ชลบุรี	3,256	บ้านบึง ชลบุรี	2,499	บ้านบึง ชลบุรี	389.49	พนัสนิคม ชลบุรี	0.66
4	ศรีราชา ชลบุรี	26	เมืองสระแก้ว สระแก้ว	39	ศรีราชา ชลบุรี	3,006	หนองใหญ่ชลบุรี	1,884	เกาะจันทร์ ชลบุรี	270.31	เกาะจันทร์ชลบุรี	0.60
5	เกาะจันทร์ ชลบุรี	25	เกาะจันทร์ ชลบุรี	38	บางคล้า ฉะเชิงเทรา	1,786	เกาะจันทร์ ชลบุรี	1,796	หนองใหญ่ ชลบุรี	128.75	เมืองสระแก้ว สระแก้ว	0.60
6	บางคล้า ฉะเชิงเทรา	25	กบินทร์บุรี ปราจีนบุรี	37	บ้านบึง ชลบุรี	1,695	กบินทร์บุรี ปราจีนบุรี	1,109	พนมสารคาม ฉะเชิงเทรา	115.35	หนองใหญ่ ชลบุรี	0.60
7	ปลวกแดง ระยอง	20	หนองใหญ่ ชลบุรี	36	ปลวกแดง ระยอง	1,174	พนมสารคาม ฉะเชิงเทรา	1,014	เมืองสระแก้ว สระแก้ว	99.17	กบินทร์บุรี ปราจีนบุรี	0.59
8	เมืองจันทบุรี จันทบุรี	19	พนมสารคาม ฉะเชิงเทรา	34	เกาะจันทร์ ชลบุรี	934	เมืองสระแก้ว สระแก้ว	895	กบินทร์บุรี ปราจีนบุรี	80.60	พนมสารคาม ฉะเชิงเทรา	0.58
9	นายายอาม จันทบุรี	19	แปลงยาว ฉะเชิงเทรา	29	สัตหีบ ชลบุรี	838	แปลงยาว ฉะเชิงเทรา	757	บางละมุง ชลบุรี	61.84	แปลงยาว ฉะเชิงเทรา	0.57
10	บ้านบึง ชลบุรี	19	เขาสมิงตราด	28	พนมสารคาม ฉะเชิงเทรา	788	เขาสมิงตราด	644	ศรีราชา ชลบุรี	53.95	เขาสมิงตราด	0.56



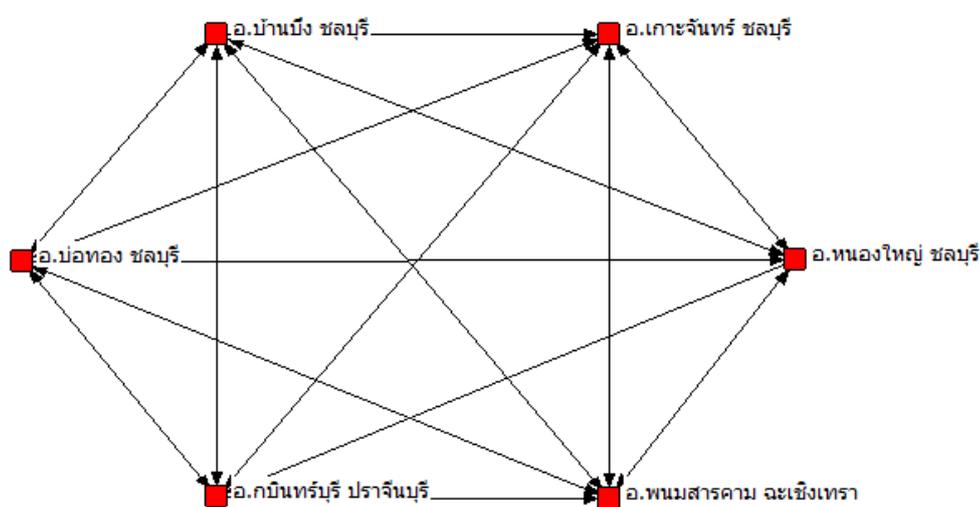
ภาพที่ 1 เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 โดยปรับขนาด node ตามค่า in - degree และขนาดลูกศร ตามความถี่ในการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอ



ภาพที่ 2 เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567 โดยปรับขนาด node ตามค่า out - degree และขนาดตุ๊กตากร ตามความถี่ในการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอ

5.2.2 การวิเคราะห์ในระดับกลุ่มย่อย (Analysis of subgroup)

เมื่อวิเคราะห์กลุ่มย่อยของอำเภอในเครือข่ายนี้ พบว่ามี 6 อำเภอ ที่เป็น cut point ได้แก่ อำเภอปอทอง จังหวัดชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี อำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา (ภาพที่ 3) เมื่อนำ 6 อำเภอดังกล่าว ออกจากเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรในการศึกษานี้ จะทำให้เครือข่ายแตกออกเป็น เครือข่ายกลุ่มย่อย (Lentz et al., 2016) โดยในทางระบาดวิทยา เมื่อมีโรคระบาดเกิดขึ้นภายในเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรในการศึกษานี้ การดำเนินการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคในอำเภอที่เป็น cut point จะช่วยลดการแพร่กระจายของโรคระหว่างเครือข่ายกลุ่มย่อยได้ เนื่องจากเป็นจุดเชื่อมโยงที่ทำให้เครือข่ายกลุ่มย่อยระหว่างพื้นที่ภายในเครือข่ายทางสังคม ไม่ถูกตัดขาดออกจากกัน (Nohria and Eccles, 1992)

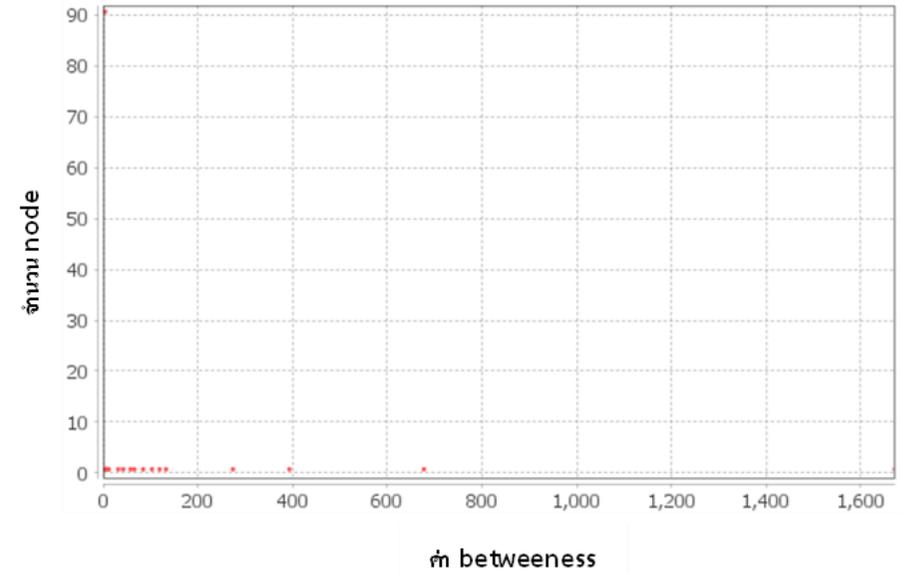
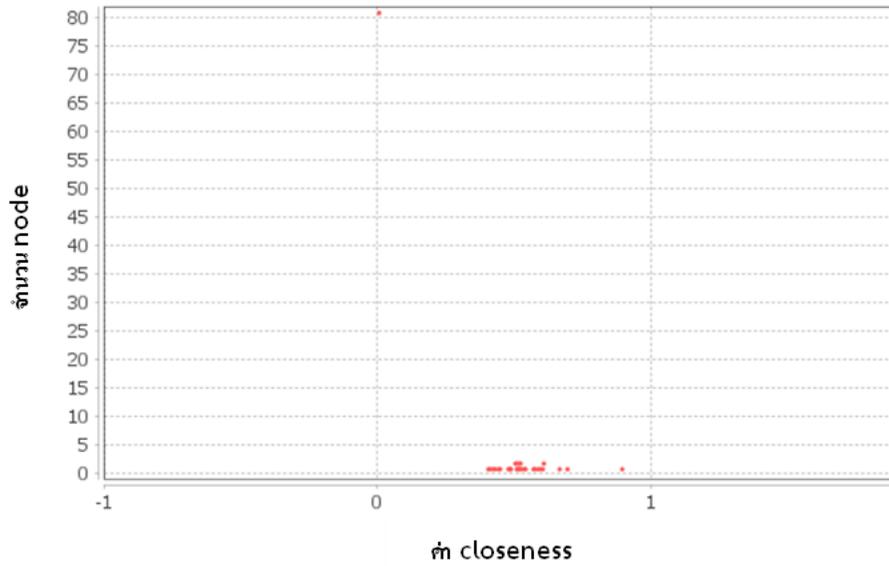
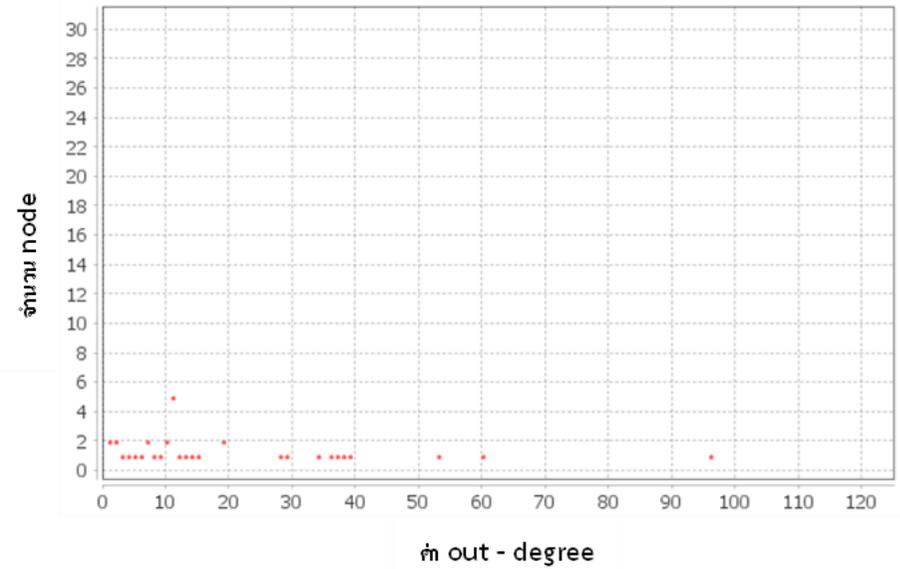
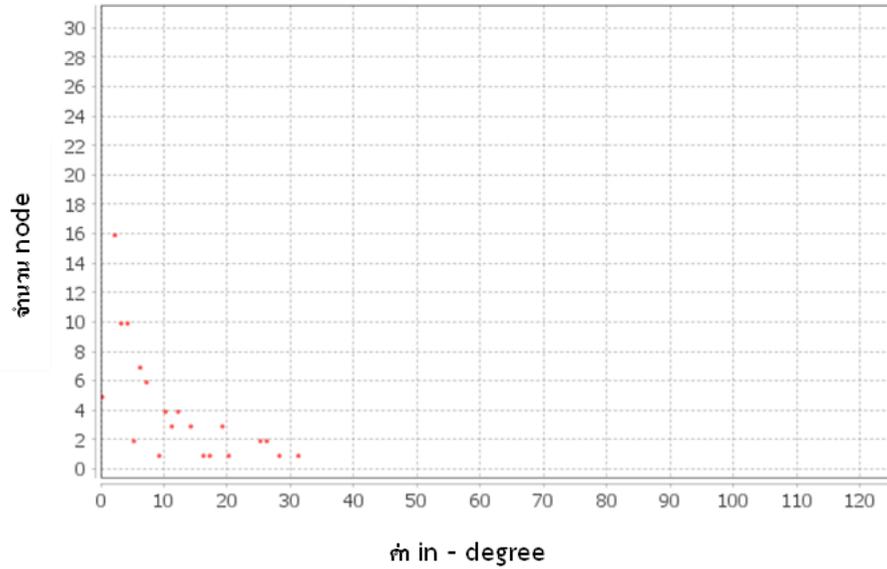


ภาพที่ 3 อำเภอที่เป็น Cut point ในเครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567

เมื่อวิเคราะห์กลุ่มย่อยของอำเภอในเครือข่าย พบว่ามีลักษณะเป็น weak component จำนวน 1 component ประกอบด้วยอำเภอทั้งหมดในเครือข่าย 116 อำเภอ หรือร้อยละ 100 ของเครือข่าย โดยภายใน weak component ประกอบด้วย strong component จำนวน 87 component คิดเป็นร้อยละ 75 ของเครือข่าย โดย component ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด หรือ giant strong component (GSC) มีจำนวน 30 อำเภอ คิดเป็นร้อยละ 25.86 ของเครือข่าย ซึ่งถ้ามีการระบาดของโรคในอำเภอที่อยู่ใน giant strong component (GSC) จะทำให้การดำเนินการควบคุมและกำจัดโรคให้หมดไป เป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจาก แต่ละอำเภอภายใน giant strong component (GSC) มีความเชื่อมโยงไปถึงกันได้ทั้งหมด ทำให้ โรคสามารถแพร่กระจายผ่านอำเภอภายใน giant strong component ได้อย่างรวดเร็ว และมีโอกาสที่โรคจะสามารถแพร่กระจายไปยังอำเภออื่นที่อยู่ภายในเครือข่ายได้ เนื่องจาก giant strong component (GSC) เป็นแกนกลางหลักสำคัญที่เชื่อมโยงเครือข่ายทางสังคม จึงทำให้โรคสามารถคงอยู่ใน giant strong component (GSC) เป็นระยะเวลาานาน (Morris and Kretzschmar, 2015)

5.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างของเครือข่าย (analysis of network structure)

เครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี มีความหนาแน่นของเครือข่าย (density) เท่ากับ 0.05 โดยค่า density คือสัดส่วนระหว่างจำนวนความสัมพันธ์ (edges) ที่เกิดขึ้นจริงกับจำนวนความสัมพันธ์ที่มากที่สุดที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในเครือข่าย ดังนั้น หากค่า density มีค่าใกล้ 0 หมายความว่าเครือข่ายมีความสัมพันธ์กันน้อย และหากค่า density มีค่าใกล้ 1 หมายความว่าเครือข่ายมีความสัมพันธ์กันมาก (Tabassum et al., 2018) ดังนั้นเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี จึงมีความสัมพันธ์กันน้อย และการแพร่กระจายของโรคไปยังต่างอำเภอในเครือข่ายอาจมีโอกาสดังกล่าวไม่สูงนัก ค่า clustering coefficient ของเครือข่ายในการศึกษานี้ เท่ากับ 0.492 ซึ่งค่า clustering coefficient ใช้อธิบายว่ามีการเชื่อมโยงรวมกลุ่มกันมากน้อยเพียงใดภายในเครือข่าย ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 หากมีค่า clustering coefficient มาก หมายความว่า node ในเครือข่ายมีการรวมกลุ่มกันมาก และหากมีค่าน้อย หมายความว่า node ในเครือข่ายมีการรวมกลุ่มกันน้อย (Subhayan et al, 2023) ดังนั้น node ในเครือข่ายนี้จึงมีการเชื่อมโยงรวมกลุ่มกันอยู่ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตาม ค่า clustering coefficient ไม่ได้นำ ค่า weighted มาประกอบการคำนวณด้วย ทำให้การแปลผลจึงมีข้อจำกัด (Opsahl and Panzarasa, 2009) ค่าเฉลี่ยของเส้นทางที่สั้นที่สุดที่เชื่อมต่อระหว่างสองอำเภอที่สนใจภายในเครือข่าย (average path length) มีค่า 1.945 และเมื่อพิจารณาค่าการกระจายตัวของค่าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายพบว่า มีลักษณะเบ้ขวา (right skewed distribution) (ภาพที่ 4) จากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า เครือข่ายนี้มีแนวโน้มโครงสร้าง (network topology) เป็นแบบ scale free network โดยมีเพียงบางอำเภอ (node) เช่น อำเภอบ่อทอง อำเภอพนัสนิคม อำเภอบางละมุง และอำเภอบ้านบึง ที่มีจำนวนความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง โดยเรียกอำเภอเหล่านี้ว่า hub ซึ่งเป็นจุดสำคัญในการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรค ส่วนอำเภอที่มีค่า out-degree หรือ betweenness สูง จะมีบทบาทอย่างมากในการเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคไปยังที่อื่น จึงควรกำหนดให้อำเภอเหล่านี้เป็นเป้าหมายสำคัญในการเฝ้าระวังโรค เพื่อให้สามารถตรวจพบโรคได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพก่อนที่โรคจะแพร่กระจายไปยังแหล่งอื่น และควบคุมโรค เช่น การควบคุมไม่ให้เกิดการเคลื่อนย้ายสุกรใน 4 อำเภอดังกล่าวจะเป็นการทำให้เครือข่ายแยกตัวออกจากกัน และลดจำนวนอำเภอที่เสี่ยงต่อการเกิดการระบาดลงได้ (Puspitarani et al, 2023)



ภาพที่ 4 การกระจายตัวของค่าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม 2567 ถึง 31 ธันวาคม 2567

5.2.4 สรุปผลการศึกษา

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรในจังหวัดชลบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2567 ด้วยโปรแกรม Gephi 0.10.1 และ UCINET 6.671 โดยใช้ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสัตว์ภายในราชอาณาจักร ผ่านระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์ ซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) โดยมีอำเภอ (node) ในเครือข่ายจำนวน 116 อำเภอ และความสัมพันธ์ในการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอ (edges) 668 เส้น พบว่ามีการเคลื่อนย้ายสุกร เข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี จำนวน 37,548 ครั้ง ในการวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย อำเภอที่มีค่า in-degree สูงที่สุด ได้แก่ อำเภอพนัสนิคม อำเภอบ่อทอง และอำเภอบางละมุง ซึ่งทั้ง 3 อำเภอมีจำนวนโรงฆ่าสุกรสูงสุด 3 อันดับแรกของจังหวัดชลบุรี อำเภอที่มีค่า out-degree สูงที่สุด ได้แก่ อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง และอำเภอพนัสนิคม ซึ่งทั้ง 3 อำเภอมีจำนวนฟาร์มสุกรขุนสูงสุด 3 อันดับแรกของจังหวัดชลบุรี อำเภอที่มีค่า weight in-degree สูงที่สุด คือ อำเภอพนัสนิคม จึงเป็นอำเภอที่มีความเสี่ยงสูงในการรับโรค และอำเภอที่มีค่า weight out-degree และ betweenness สูงที่สุด คือ อำเภอบ่อทอง จึงเป็นอำเภอที่มีความเสี่ยงสูงในการแพร่กระจายโรคไปแหล่งอื่น เมื่อพิจารณาค่า in-degree out-degree และ betweenness อำเภอบ่อทอง และอำเภอพนัสนิคม จึงเป็นจุดศูนย์กลางของเครือข่าย (hub) ทำให้ทั้งสองอำเภอเป็นจุดสำคัญในการเฝ้าระวังโรคของเครือข่ายนี้ อำเภอที่เป็นจุด cut point ได้แก่ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี อำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังนั้น อำเภอที่เป็นจุด cut point เหล่านี้จึงเป็นเป้าหมายในการควบคุมโรคในกรณีที่มีโรคระบาดเกิดขึ้นภายในเครือข่าย เพราะสามารถลดการแพร่กระจายของโรคภายในเครือข่ายได้ เมื่อวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างของเครือข่าย การเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกอำเภอภายในจังหวัดชลบุรี พบว่ามีความหนาแน่นของเครือข่าย (density) ต่ำ การกระจายของโรคมีโอกาสดังเกิดขึ้นไม่มากนัก และมีค่า clustering coefficient ต่ำ ซึ่งหมายถึง node ในเครือข่ายนี้มีการเชื่อมโยงรวมกลุ่มกันอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาค่า density ค่า clustering coefficient และค่าการกระจายตัวของค่าที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่าย พบว่า มีลักษณะเบ้ขวา (right skewed distribution) เครือข่ายจึงมีแนวโน้มโครงสร้าง (network topology) เป็นแบบ scale free network โดยมีเพียงบางอำเภอ (nodes) เช่น อำเภอบ่อทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ้านบึง ที่มีจำนวนความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง โดยเรียกอำเภอเหล่านี้ว่า hub เนื่องจากมีบทบาทอย่างมากในการเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคไปยังที่อื่น จึงควรกำหนดให้อาเภอเหล่านี้เป็นเป้าหมายสำคัญในการเฝ้าระวังโรค เพื่อให้สามารถตรวจพบโรคได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพก่อนที่โรคจะแพร่กระจายไปยังแหล่งอื่น และควบคุมโรค เช่น การควบคุมไม่ให้มีการเคลื่อนย้ายสุกรใน 4 อำเภอดังกล่าวจะเป็นการทำให้เครือข่ายแยกตัวออกจากกัน และลดจำนวนอำเภอที่เสี่ยงต่อการเกิดการระบาดลงได้

6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

6.1 การเข้าไปพื้นที่เฝ้าระวังและประเมินโอกาสการแพร่กระจายเชื้อในห่วงโซ่การขนส่งสุกร

การศึกษานี้ช่วยให้สามารถระบุพื้นที่เสี่ยงที่อาจเป็นแหล่งทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคในสุกรจากระบบการเคลื่อนย้ายสุกรได้ โดยผลการศึกษาพบว่า อำเภอบ่อทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ้านบึง เป็นอำเภอที่มีจำนวนความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ซึ่งจะมีบทบาทอย่างมากในการเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคไปยังที่อื่นในเครือข่าย ดังนั้น จึงควรกำหนดให้อำเภอเหล่านี้ เป็นอำเภอเป้าหมายสำคัญในการเฝ้าระวังโรคและควบคุมโรคในจังหวัดชลบุรี เพื่อให้สามารถตรวจพบโรคได้อย่างรวดเร็วก่อนที่โรคจะแพร่กระจายไปยังแหล่งอื่น และควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีเกิดโรคระบาด

6.2 การพัฒนารูปแบบการจัดการความเสี่ยงและวางแผนเฝ้าระวังโรคระบาดในสุกรเชิงรุกสำหรับพื้นที่เสี่ยง

1) เนื่องจากกรมปศุสัตว์มีการจัดทำโครงการแผนการเฝ้าระวังทางห้องปฏิบัติการของโรคอหิวาต์แอฟริกาในสุกร เป็นประจำทุกปี โดยในโครงการกำหนดให้มีการเก็บตัวอย่างทั้งในฟาร์มและโรงฆ่าสุกร โดยจังหวัดชลบุรีเป็นพื้นที่เป้าหมายที่ถูกคัดเลือกให้มีการเก็บตัวอย่างในโรงฆ่าสุกรสูงถึง 24 แห่งต่อเดือน ดังนั้น เพื่อให้การเฝ้าระวังโรคอหิวาต์แอฟริกาในสุกรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพิ่มโอกาสที่จะพบเจอเชื้อโรคมามากที่สุด สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดชลบุรีควรเลือกพื้นที่เป้าหมายในการเก็บตัวอย่างในโรงฆ่าสุกร ในพื้นที่อำเภอบ่อทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ้านบึง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีบทบาทอย่างมากในการเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคไปยังที่อื่นในเครือข่าย เพื่อป้องกันผลกระทบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้นจากการระบาดของโรค

2) การจัดตั้งจุดสุ่มตรวจเก็บตัวอย่างสุกรและซากสุกรจากยานพาหนะที่มีการเคลื่อนย้ายสุกรและซากสุกรในพื้นที่เสี่ยง เนื่องจาก ในพื้นที่อำเภอบ่อทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ้านบึง ซึ่งเป็นพื้นที่ในจังหวัดชลบุรีที่มีบทบาทอย่างมากในการเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคไปยังที่อื่นในเครือข่าย ดังนั้น หากมีการตั้งจุดสุ่มตรวจเก็บตัวอย่างจากยานพาหนะที่มีการเคลื่อนย้ายสุกรและซากสุกรบนถนนเส้นทางหลักที่มีการจราจรหนาแน่น โดยเฉพาะรถขนส่งสุกรและรถบรรทุกสินค้าซากสุกร จะเป็นการช่วยสกัดการระบาดของโรคในสุกรที่อาจเกิดขึ้นได้ ในกรณีที่พบการขนส่งสุกรป่วย-ตายผิดปกติ รวมถึงการเคลื่อนย้ายสุกรที่ผิดกฎหมายของกรมปศุสัตว์ โดยถนนเส้นทางหลักในพื้นที่อำเภอบ่อทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ้านบึง ที่ควรมีการตั้งจุดสุ่มตรวจเก็บตัวอย่างสุกรและซากสุกรจากยานพาหนะที่มีการเคลื่อนย้าย ได้แก่

2.1) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 344 (ชลบุรี – แกลง) เป็นเส้นทางสายหลักที่วิ่งตัดผ่านใจกลาง อำเภอบ้านบึง และใช้เชื่อมต่อไปยัง อำเภอบ่อทอง

2.2) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 349 (ถนนจากรูร) เป็นถนนที่เชื่อมต่อระหว่าง อำเภอพนัสนิคม และ อำเภอบ้านบึงโดยตรง และมีการวิ่งตัดผ่านพื้นที่เกษตรกรรมและฟาร์มสุกรหลายแห่ง

2.3) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3246 (พนัสนิคม-เกาะโพธิ์) เป็นเส้นทางหลักในการเดินทางเข้าสู่ อำเภอบ่อทอง ซึ่งเชื่อมจากอำเภอพนัสนิคมไปยังตำบลเกาะโพธิ์ และเข้าสู่ตัวอำเภอบ่อทอง โดยถนนเส้นนี้มีความสำคัญมากในการเคลื่อนย้ายผลผลิตทางการเกษตรและปศุสัตว์ในพื้นที่

7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

7.1 กระบวนการเตรียมและปรับเปลี่ยนโครงสร้างข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

การจัดการข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรจากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์ ซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) มีข้อมูลจำนวนมาก และไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์ได้ทันที ทำให้ต้องผ่านกระบวนการจัดการข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีรูปแบบสอดคล้องกับรูปแบบการนำเข้าข้อมูลของโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

7.2 ความซับซ้อนเชิงเทคนิคในการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดเครือข่ายทางสังคมและการสร้างแบบจำลองโครงสร้างความสัมพันธ์ (sociogram)

การวิเคราะห์ค่าความเป็นศูนย์กลางของแต่ละอำเภอ การเกาะกลุ่มกันของอำเภอภายในเครือข่าย และสร้าง sociogram เครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสุกร โดยใช้โปรแกรม Gephi 0.10.1 และ UCINET 6.671 ต้องใช้เวลาและทักษะในการทำงาน และจำเป็นต้องอาศัยทักษะความชำนาญในการทำงานโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลออกมาได้อย่างถูกต้อง

8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

8.1 ความซับซ้อนทางโครงสร้างของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเชิงพื้นที่

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีปริมาณข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรค่อนข้างมาก ทั้งในแง่จำนวนอำเภอต้นทาง ปลายทาง ที่เป็น node ในการศึกษา และความถี่ในการเคลื่อนย้ายสุกร ทำให้เครือข่ายมีความซับซ้อน

8.2 การตีความผลการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมให้เข้ากับบริบทในพื้นที่เพื่อการออกแบบนโยบายการเฝ้าระวังและควบคุมโรค

การตีความค่าความเป็นศูนย์กลาง และค่าทางสถิติอื่นๆ ต้องใช้ความรู้และความเข้าใจในบริบทอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรในพื้นที่จังหวัดชลบุรีประกอบด้วย เพื่อให้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมสามารถสะท้อนถึงความเป็นจริง และถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนนโยบายด้านปศุสัตว์และการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลอัตโนมัติ

กรมปศุสัตว์ควรมีการพัฒนาชุดคำสั่งสำเร็จรูป เช่น การใช้ภาษา Python หรือ R เพื่อทำหน้าที่เคลื่อนย้ายและแปลงข้อมูลดิบจากจากระบบ DLD e-Movement มาจัดโครงสร้างรูปแบบของข้อมูลการเคลื่อนย้ายสัตว์ให้อยู่ในรูปแบบ ที่พร้อมใช้งานในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอัตโนมัติ เพื่อลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดจากการเตรียมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้สามารถรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างแม่นยำ

9.2 การสร้างมาตรฐานแบบจำลองเครือข่ายความสัมพันธ์

กรมปศุสัตว์ควรมีการจัดทำ คู่มือมาตรฐานแสดงวิธีการวิเคราะห์เครือข่ายการเคลื่อนย้ายสัตว์ หรือซากสัตว์ ที่ระบุขั้นตอนการตั้งค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรมเฉพาะทางไว้อย่างชัดเจน รวมถึงมีการสร้างต้นแบบของแผนภาพโครงสร้างความสัมพันธ์ (sociogram) ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อลดการพึ่งพาความชำนาญเฉพาะบุคคล และสร้างมาตรฐานในการรายงานผลการวิเคราะห์ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกระดับหน่วยงานของกรมปศุสัตว์

9.3 การบูรณาการข้อมูลเชิงบริบทพื้นที่เข้าสู่แบบจำลอง

ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่มีส่วนร่วมในการตีความผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการศึกษานี้ โดยอาจมีการเชิญประชุม ร่วมกับปศุสัตว์อำเภอหรือผู้ประกอบการผู้ผลิตสุกรภายในจังหวัดชลบุรี เพื่อทวนสอบผลการวิเคราะห์ กับสภาพความเป็นจริงของอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรภายในจังหวัดชลบุรี เพื่อให้ค่าสถิติเชิงปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล (เช่น Centrality) สามารถอธิบายถึงลักษณะความเป็นจริงของการเคลื่อนย้ายสุกรในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรภายในจังหวัดชลบุรี ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบนโยบายการควบคุมโรคที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการณ์การเคลื่อนย้ายสุกรในพื้นที่จริง

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2567. โครงการแผนการเฝ้าระวังทางห้องปฏิบัติการของโรคอหิวาต์แอฟริกาในสุกร ประจำปีงบประมาณ 2568. แหล่งที่มา: <https://dcontrol.dld.go.th/webnew/index.php/th/news-menu/2022-11-04-02-55-17/2022-11-04-02-56-57/9618-2568>. [16 ตุลาคม 2567].
- กองสารวัตรและกักกัน, กรมปศุสัตว์. 2557. ระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement). แหล่งที่มา: <https://newemove.dld.go.th/>. [27 มกราคม 2568].
- Bastian, M., Heymann, S. and Jacomy, M. 2009. Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. In: *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, vol. 3. no. 1. pp. 361–362.
- Bhattacharya, S., Sinha, S., Dey, P., Saha, A., Chowdhury, C. and Roy, S. 2023. Online social-network sensing models. In *computational intelligence applications for text and sentiment data analysis*. pp. 113-140)
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Büttner, K., Krieter, J., Traulsen, A. and Traulsen, I. 2013. Static network analysis of a pork supply chain in Northern Germany—Characterisation of the potential spread of infectious diseases via animal movements. *Preventive veterinary medicine*. 110 (3-4): 418-428.
- Christakis, N.A. and Fowler, J.H. 2009. Social network visualization in epidemiology. *Norsk epidemiologi= Norwegian journal of epidemiology*. 19 (1): 5.
- Gates, M.C. and Woolhouse, M.E. 2015. Controlling infectious disease through the targeted manipulation of contact network structure. *Epidemics*. 12: 11-19.
- Kadushin, C., Nohria, N. and Eccles, R.G. 1994. Networks and organizations: Structure, form, and action. *Contemporary Sociology*. 23 (3): 423.
- Lee, K., Polson, D., Lowe, E., Main, R., Holtkamp, D. and 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. *Preventive veterinary medicine*. 138: 113-123.

- Lentz, H.H., Koher, A., Hövel, P., Gethmann, J., Sauter-Louis, C., Selhorst, T. and Conraths, F.J. 2016. Disease spread through animal movements: a static and temporal network analysis of pig trade in Germany. *PloS one*. 11 (5): p.e0155196.
- Martínez-López, B., Perez, A.M. and Sánchez-Vizcaíno, J.M. 2009. Social network analysis. Review of general concepts and use in preventive veterinary medicine. *Transboundary and emerging diseases*. 56 (4): 109-120.
- Opsahl, T. and Panzarasa, P. 2009. Clustering in weighted networks. *Social networks*. 31(2): 155-163.
- Puspitarani, G.A., Fuchs, R., Fuchs, K., Ladinig, A. and Desvars-Larrive, A. 2023. Network analysis of pig movement data as an epidemiological tool: an Austrian case study. *Scientific Reports*. 13(1): 9623.
- Tabassum, S., Pereira, F.S., Fernandes, S. and Gama, J. 2018. Social network analysis: An overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 8 (5): p.e1256.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าและออกพื้นที่จังหวัดชลบุรี ในปี พ.ศ. 2567

อลิสา กิรติวสิน^{1*} พิษญา วีระพันธุ์¹ กรกมล ธนะกิจศิริ²

การเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างฟาร์มและพื้นที่ต่างๆ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายโรคในอุตสาหกรรมปศุสัตว์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกอำเภอในจังหวัดชลบุรี และศึกษารูปแบบการเชื่อมโยงของจุดสำคัญในเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกร โดยใช้แนวทางการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (social network analysis) เพื่อระบุอำเภอที่มีบทบาทสำคัญในเครือข่าย และลักษณะโครงสร้างของเครือข่ายที่อาจเอื้อต่อการแพร่ระบาดของโรค โดยข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรถูกรวบรวมจากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์และซากสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ตลอดทั้งปี พ.ศ. 2567 พบว่ามีอำเภอ (node) ในเครือข่ายจำนวน 116 อำเภอ และความสัมพันธ์ในการเคลื่อนย้ายสุกรระหว่างอำเภอ (edges) 668 เส้น ในการวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย เมื่อพิจารณาค่า in-degree out-degree และ betweenness อำเภอบ่อทอง และอำเภอนันทนิคมเป็นจุดศูนย์กลางของเครือข่าย (hub) ทำให้ทั้งสองอำเภอเป็นจุดสำคัญในการเฝ้าระวังโรคของเครือข่ายนี้ จากการวิเคราะห์ในระดับกลุ่มย่อย อำเภอที่เป็นจุด cut point ได้แก่ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี อำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ดังนั้น อำเภอที่เป็นจุด cut point เหล่านี้จึงเป็นเป้าหมายในการควบคุมโรคในกรณีที่มีโรคระบาดเกิดขึ้นภายในเครือข่าย เครือข่ายมีแนวโน้มโครงสร้าง (network topology) เป็นแบบ scale free network โดยมี อำเภอบ่อทอง อำเภอนันทนิคม และอำเภอบ้านบึง ที่มีจำนวนความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง เนื่องจากมีบทบาทอย่างมากในการเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคไปยังที่อื่น จึงควรกำหนดให้อำเภอเหล่านี้เป็นเป้าหมายสำคัญในการเฝ้าระวังโรคและควบคุมโรค เพื่อให้สามารถตรวจพบโรคได้อย่างรวดเร็วก่อนที่โรคจะแพร่กระจายไปยังแหล่งอื่น และควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีเกิดโรคระบาด

คำสำคัญ: เครือข่ายทางสังคม การเคลื่อนย้ายสุกร จังหวัดชลบุรี

¹กลุ่มพัฒนาสุขภาพสัตว์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20000

²ส่วนสุขภาพสัตว์ สำนักงานปศุสัตว์เขต 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000

*ผู้รับผิดชอบบทความ e-mail: alisakeerati@gmail.com