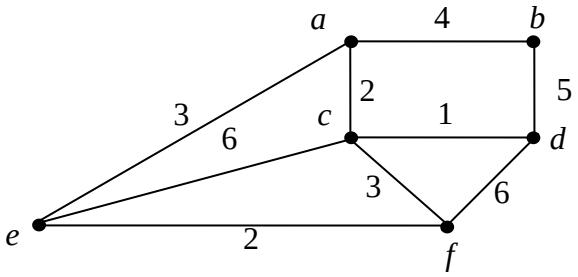
บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

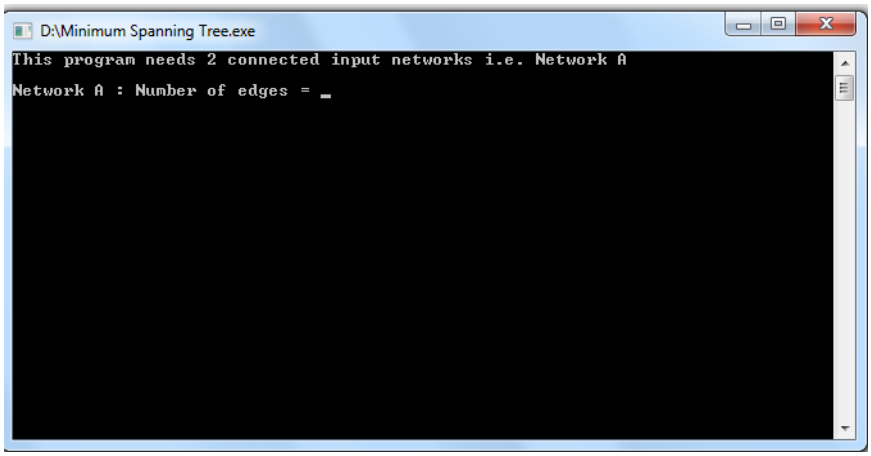
4.1 การคำนวณด้วยโปรแกรมสำหรับการประยุกต์ทฤษฎีกราฟกับการแก้ปัญหาโลจิสติกส์

จากตัวอย่างที่ 1 ในบทที่ 2 ในกราฟที่มีน้ำหนักรูปที่ 1 แสดงถึงเมือง 6 แห่ง และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสายไฟฟ้าระหว่างเมือง 2 เมือง โดยจะให้จุด แทนเมืองแต่ละเมือง และให้เส้น แทนเส้นทางในการก่อสร้างสายไฟฟ้า ซึ่งจะให้น้ำหนักที่อยู่บนเส้น แทนค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เราต้องการสร้างระบบสายไฟฟ้าที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดที่จะเชื่อมเมืองทั้งหมดนี้



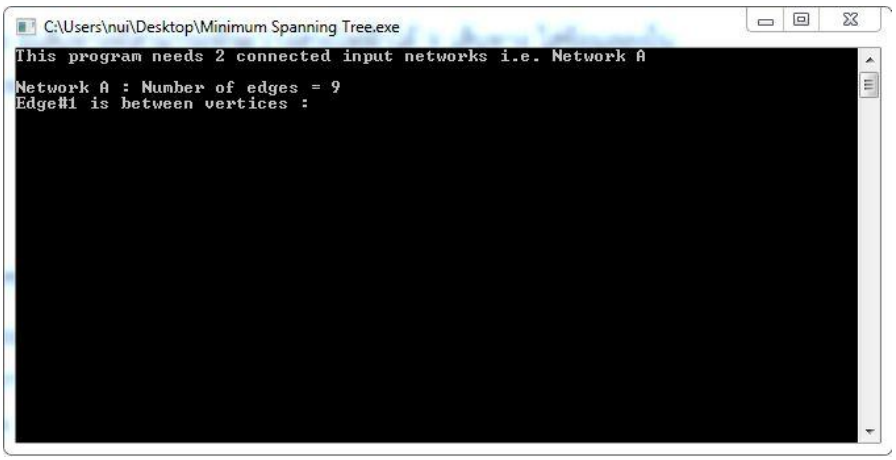
ภาพที่ 4.1 กราฟตัวอย่างที่ 1

เริ่มต้นโปรแกรม โปรแกรมจะถามว่ากราฟมีเส้นเชื่อม (Edges) ทั้งหมดกี่เส้น



ภาพที่ 4.2 ถามจำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมดระหว่างเมืองทั้ง 6 แห่ง

จากปัญหานี้มีเมือง 6 แห่ง มีเส้นทางที่สามารถที่จะวางสายไฟฟ้าได้ 9 เส้นทาง ใส่ข้อมูลลงในโปรแกรม ตามจำนวนเส้นทางที่มี คือ 9 เส้น แล้วกดปุ่ม Enter



ภาพที่ 4.3 ใส่จำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมดระหว่างเมืองทั้ง 6 แห่ง

โปรแกรมจะให้ใส่ค่าข้อมูลของแต่ละเส้นเชื่อม (เส้นทางในการวางสายไฟฟ้า) จนครบทุกเส้นเชื่อม โดยการใส่ค่าแต่ละเส้นเชื่อม ว่าเป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมระหว่างจุดใด (เมืองใด) และใส่ค่าน้ำหนักของแต่ละเส้นเชื่อม (ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง)
ในข้อนี้ มีเส้นเชื่อมทั้งหมด 9 เส้น โดยเปลี่ยนจากจุด a,b,c,d,e,f เป็นจุด $1,2,3,4,5,6$ ตามลำดับ
โดยมีข้อมูลดังนี้

เส้นที่ 1 เชื่อมจากเมืองที่ 1 ไปยังเมืองที่ 2 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 4 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 101,102 4

เส้นที่ 2 เชื่อมจากเมืองที่ 1 ไปยังเมืองที่ 3 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 2 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 101,103 2

เส้นที่ 3 เชื่อมจากเมืองที่ 1 ไปยังเมืองที่ 5 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 3 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 101,105 3

เส้นที่ 4 เชื่อมจากเมืองที่ 2 ไปยังเมืองที่ 4 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 5 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 102,104 5

เส้นที่ 5 เชื่อมจากเมืองที่ 3 ไปยังเมืองที่ 5 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 6 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 103,105 6

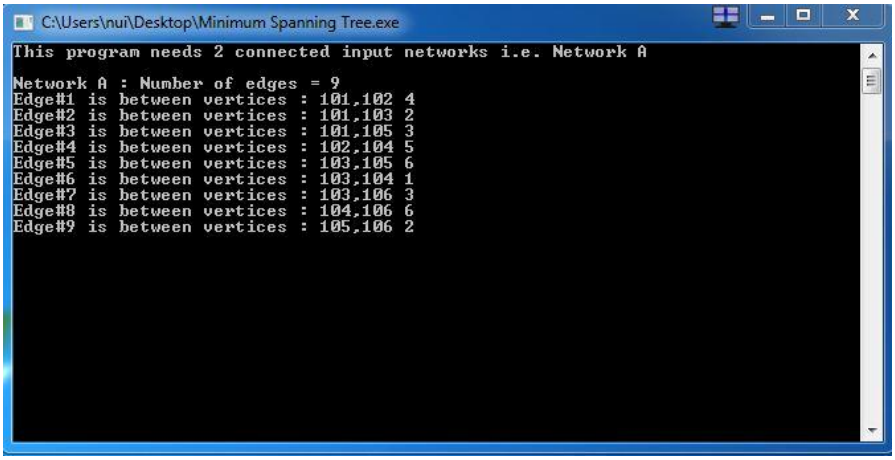
เส้นที่ 6 เชื่อมจากเมืองที่ 3 ไปยังเมืองที่ 4 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 1 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 103,104 1

เส้นที่ 7 เชื่อมจากเมืองที่ 3 ไปยังเมืองที่ 6 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 3 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 103,106 3

เส้นที่ 8 เชื่อมจากเมืองที่ 4 ไปยังเมืองที่ 6 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 6 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 104,106 6

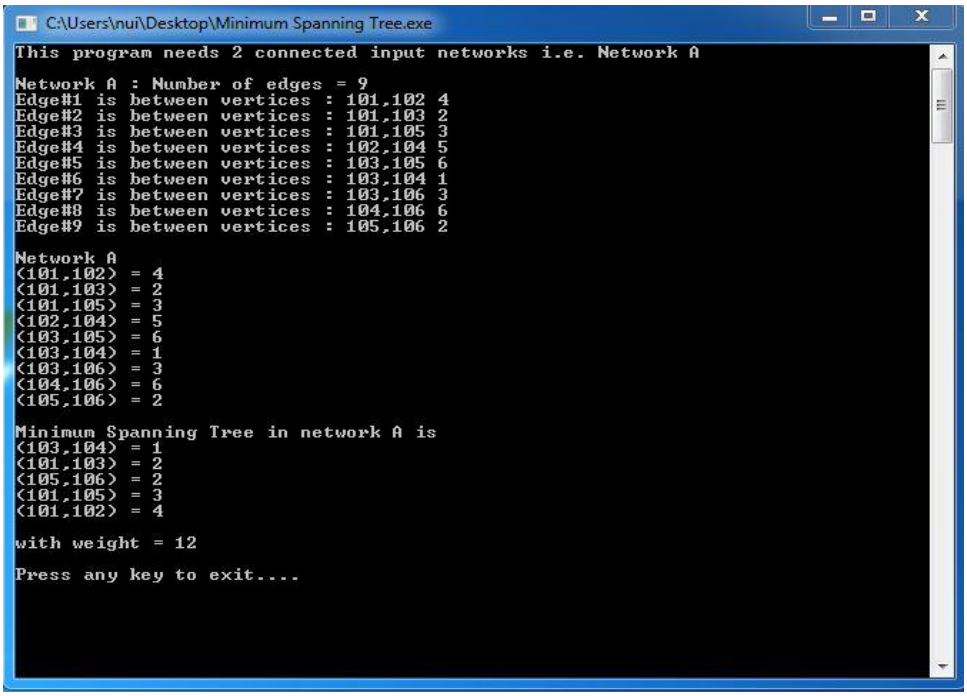
เส้นที่ 9 เชื่อมจากเมืองที่ 5 ไปยังเมืองที่ 6 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 2 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 105,106 2

หมายเหตุ ในการใส่ข้อมูลเส้นเชื่อมไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับใดๆ ทั้งสิ้น สามารถเลือกใส่ข้อมูลของเส้นเชื่อมเส้นใดก่อนก็ได้



ภาพที่ 4.4 ใส่ค่าแต่ละเส้นเชื่อมที่เชื่อมเมืองทั้ง 6 แห่ง

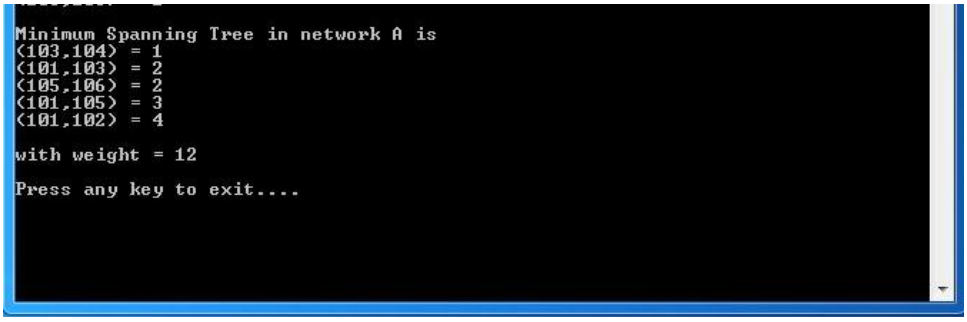
เมื่อใส่ข้อมูลของแต่ละเส้นเชื่อมจนครบ แล้วกด Enter โปรแกรมจะแสดงผลที่ได้จากโปรแกรมดังนี้



ภาพที่ 4.5 แสดงผลค่าแต่ละเส้นเชื่อมที่เชื่อมเมืองทั้ง 6 แห่ง

โปรแกรมจะแสดงว่า ในโครงข่าย *A* (เมืองทั้ง 6 แห่ง) มีการเชื่อมต่อกันระหว่างจุดใดบ้าง และมีน้ำหนักเท่าไหร่

(101,102) 4
(101,103) 2
(101,105) 3
(102,104) 5
(103,105) 6
(103,104) 1
(103,106) 3
(104,106) 6
(105,106) 2



ภาพที่ 4.6 แสดงค่าต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุดที่เชื่อมเมืองทั้ง 6 แห่ง

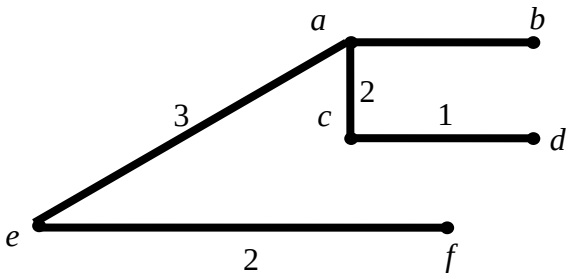
พร้อมทั้งแสดงคำตอบของต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุดของโครงข่าย A (การวางสายไฟฟ้าของเมืองทั้ง 6 แห่งเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด)

(103,104) 1
(101,103) 2
(105,106) 2
(101,105) 3
(101,102) 4

อ่านค่าจากโปรแกรมคือ เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมเมืองที่ 3 (c) และเมืองที่ 4 (d) โดยเสียค่าใช้จ่าย 1
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมเมืองที่ 1 (a) และเมืองที่ 3 (c) โดยเสียค่าใช้จ่าย 2
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมเมืองที่ 5 (e) และเมืองที่ 6 (f) โดยเสียค่าใช้จ่าย 2
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมเมืองที่ 1 (a) และเมืองที่ 5 (e) โดยเสียค่าใช้จ่าย 3
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมเมืองที่ 1 (a) และเมืองที่ 2 (b) โดยเสียค่าใช้จ่าย 4

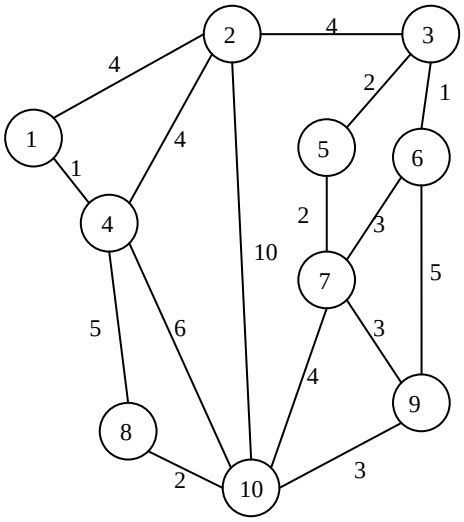
โดยน้ำหนักของต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุดคือ 12

นั่นคือ สามารถเลือกวางสายเคเบิ้ลในหมู่บ้านนี้ ได้โดยเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่น้อยที่สุดคือ 12 สามารถวาดรูปได้ดังนี้



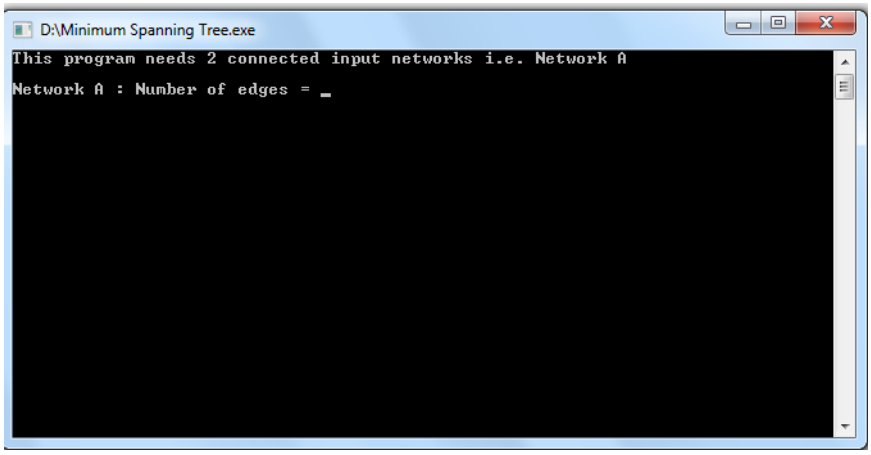
ภาพที่ 4.7 กราฟต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุดที่เชื่อมเมืองทั้ง 6 แห่ง

จากตัวอย่างที่ 2 บทที่ 2 หมู่บ้านโครงการหนึ่งมีบ้าน 10 หลัง ต้องการวางสายเคเบิ้ลโดยผ่านบ้านทุกหลัง จะต้องวางสายอย่างไร เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมน้อยที่สุด จากรูปแสดงเส้นทางที่สามารถวางสายเคเบิ้ลได้ ค่าน้ำหนักบนเส้นเชื่อมแสดงถึงค่าต้นทุนในการวางสายจากจุดปลายบ้านทั้งสอง



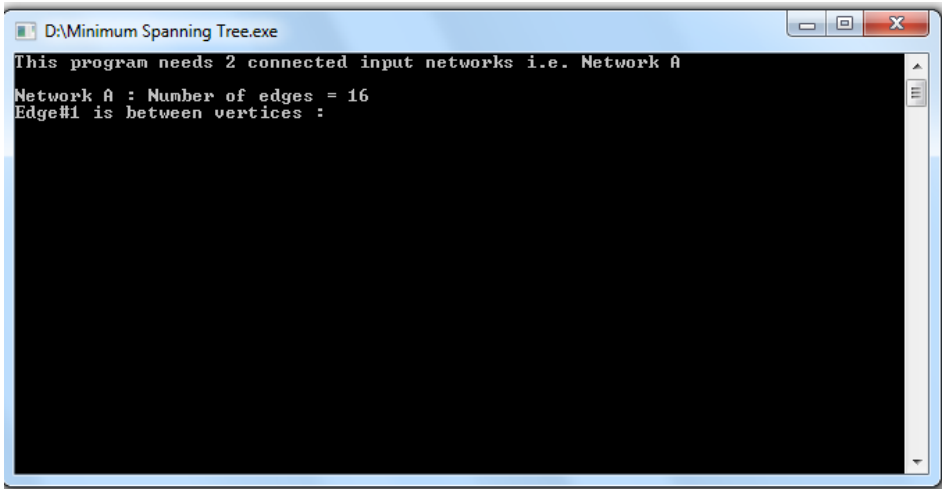
ภาพที่ 4.8 แสดงเส้นทางที่สามารถวางสายเคเบิ้ลได้ โดยค่าน้ำหนักบนเส้นคือค่าต้นทุนในการวางสาย

เริ่มต้นโปรแกรม โปรแกรมจะถามว่ากราฟมีเส้นเชื่อม (Edges) ทั้งหมดกี่เส้น



ภาพที่ 4.9 ถามจำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมดในโครงการบ้าน

จากรูปโครงการมีบ้านทั้งหมด 10 หลัง มีเส้นทางที่สามารถที่จะวางสายเคเบิ้ลได้ 16 เส้นทาง ใส่ข้อมูลลงในโปรแกรม ตามจำนวนเส้นทางที่มี คือ 16 เส้น แล้วกดปุ่ม Enter



ภาพที่ 4.10 ใส่จำนวนเส้นเชื่อมทั้งหมดในโครงการบ้าน

โปรแกรมจะให้ใส่ค่าข้อมูลของแต่ละเส้นเชื่อม (เส้นทางในการวางสายเคเบิ้ล) จนครบทุกเส้นเชื่อม โดยการใส่ค่าแต่ละเส้นเชื่อม ว่าเป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมระหว่างจุดใด (บ้านใด) และใส่ค่าน้ำหนักของแต่ละเส้นเชื่อม (ค่าต้นทุนในการวางสาย)
ในข้อนี้ มีเส้นเชื่อมทั้งหมด 16 เส้น

โดยมีข้อมูลดังนี้

เส้นที่ 1 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 1 ไปยังบ้านหลังที่ 2 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 4 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 101,102 4

เส้นที่ 2 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 1 ไปยังบ้านหลังที่ 4 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 1 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 101,104 1

เส้นที่ 3 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 2 ไปยังบ้านหลังที่ 4 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 4 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 102,104 4

เส้นที่ 4 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 2 ไปยังบ้านหลังที่ 3 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 4 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 102,103 4

เส้นที่ 5 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 3 ไปยังบ้านหลังที่ 5 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 2 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 103,105 2

เส้นที่ 6 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 3 ไปยังบ้านหลังที่ 6 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 1 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 103,106 1

เส้นที่ 7 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 2 ไปยังบ้านหลังที่ 10 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 10 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 102,110 10

เส้นที่ 8 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 5 ไปยังบ้านหลังที่ 7 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 2 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 105,107 2

เส้นที่ 9 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 6 ไปยังบ้านหลังที่ 7 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 3 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 106,107 3

เส้นที่ 10 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 6 ไปยังบ้านหลังที่ 9 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 5 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 106,109 5

เส้นที่ 11 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 7 ไปยังบ้านหลังที่ 9 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 3 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 107,109 3

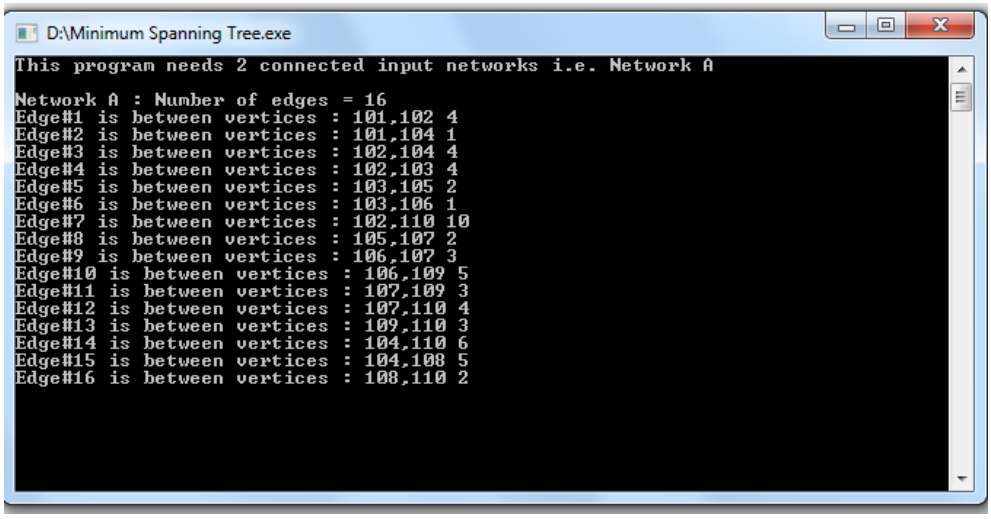
เส้นที่ 12 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 7 ไปยังบ้านหลังที่ 10 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 4 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 107,110 4

เส้นที่ 13 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 9 ไปยังบ้านหลังที่ 10 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 3 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 109,110 3

เส้นที่ 14 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 4 ไปยังบ้านหลังที่ 10 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 6 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 104,110 6

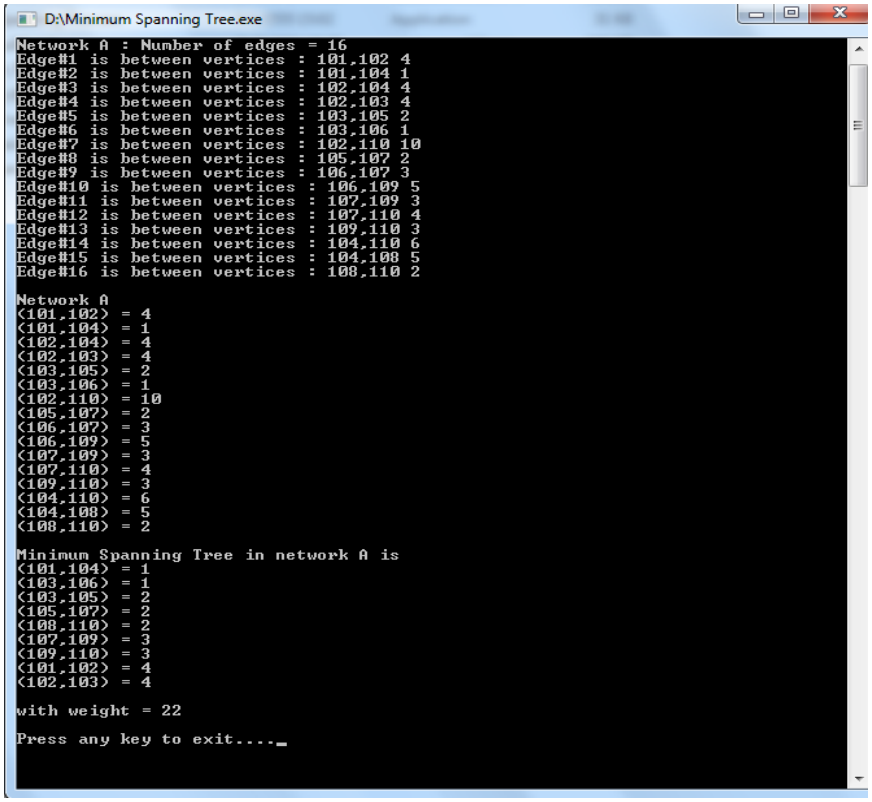
เส้นที่ 15 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 4 ไปยังบ้านหลังที่ 8 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 5 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 104,108 5

เส้นที่ 16 เชื่อมจากบ้านหลังที่ 8 ไปยังบ้านหลังที่ 10 มีค่าใช้จ่าย (น้ำหนักบนเส้นเชื่อม) 2 ใส่ค่าลงในโปรแกรมเป็น 108,110 2



ภาพที่ 4.11 ใส่ค่าข้อมูลของแต่ละเส้นเชื่อมทั้งหมดในโครงการบ้าน

เมื่อใส่ข้อมูลของแต่ละเส้นเชื่อมจนครบ แล้วกด Enter โปรแกรมจะแสดงผลที่ได้จากโปรแกรมดังนี้

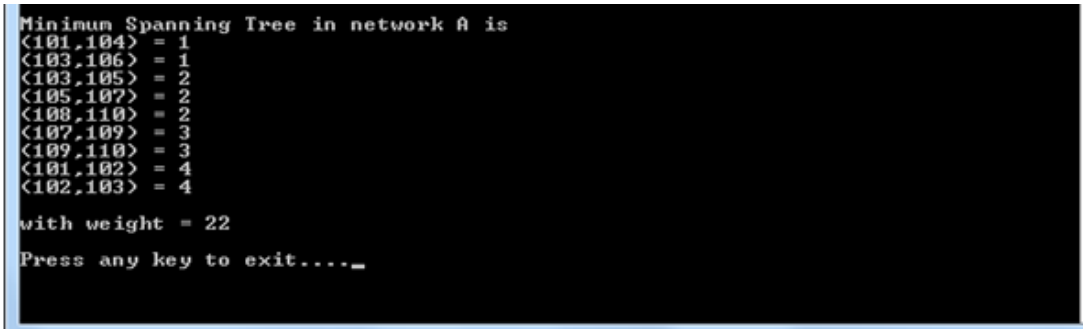


ภาพที่ 4.12 แสดงค่าข้อมูลของแต่ละเส้นเชื่อมทั้งหมดในโครงการบ้าน

ความหมายของภาพที่ 4.12
โปรแกรมจะแสดงว่า ในโครงข่าย *A* (โครงการบ้าน) มีการเชื่อมต่อกันระหว่างจุดใดบ้าง และมีน้ำหนักเท่าไหร่

(101,102) 4
(101,104) 1
(102,104) 4
(102,103) 4
(103,105) 2
(103,106) 1
(102,110) 10
(105,107) 2
(106,107) 3
(106,109) 5
(107,109) 3
(107,110) 4
(109,110) 3
(104,110) 6
(104,108) 5
(108,110) 2

พร้อมทั้งโครงข่าย A (การวางสายเคเบิ้ลของหมู่บ้านเพื่อให้เกิดต้นทุนรวมน้อยที่สุด)



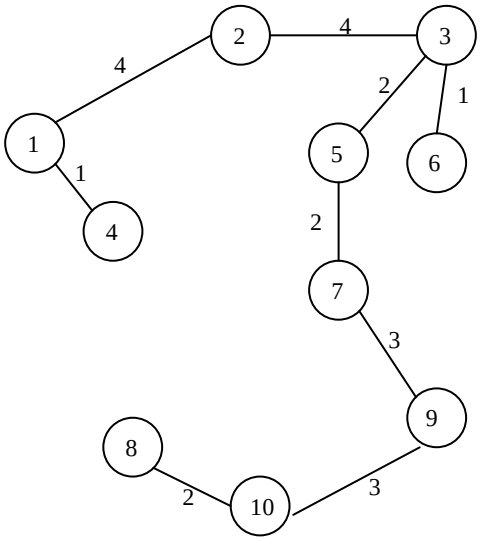
ภาพที่ 4.13 แสดงคำตอบของต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุดของการวางสายเคเบิ้ลเพื่อให้เกิดต้นทุนน้อยที่สุด

(101,104) 1
(103,106) 1
(103,105) 2
(105,107) 2
(108,110) 2
(107,109) 3
(109,110) 3
(101,102) 4
(102,103) 4

อ่านค่าจากโปรแกรมคือ เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 1 และหลังที่ 4 โดยเสียค่าใช้จ่าย 1
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 3 และหลังที่ 6 โดยเสียค่าใช้จ่าย 1
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 3 และหลังที่ 5 โดยเสียค่าใช้จ่าย 2
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 5 และหลังที่ 7 โดยเสียค่าใช้จ่าย 2
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 8 และหลังที่ 10 โดยเสียค่าใช้จ่าย 2
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 7 และหลังที่ 9 โดยเสียค่าใช้จ่าย 3
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 9 และหลังที่ 10 โดยเสียค่าใช้จ่าย 3
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 1 และหลังที่ 2 โดยเสียค่าใช้จ่าย 4
เลือกเส้นเชื่อมที่เชื่อมบ้านหลังที่ 2 และหลังที่ 3 โดยเสียค่าใช้จ่าย 4

โดยน้ำหนักของต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุดคือ 22

นั่นคือ สามารถเลือกวางสายเคเบิ้ลในหมู่บ้านนี้ ได้โดยเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่น้อยที่สุดคือ 22 สามารถวาดรูปได้ดังนี้



ภาพที่ 4.14 แสดงการวางสายเคเบิ้ลเพื่อให้เกิดต้นทุนน้อยที่สุด