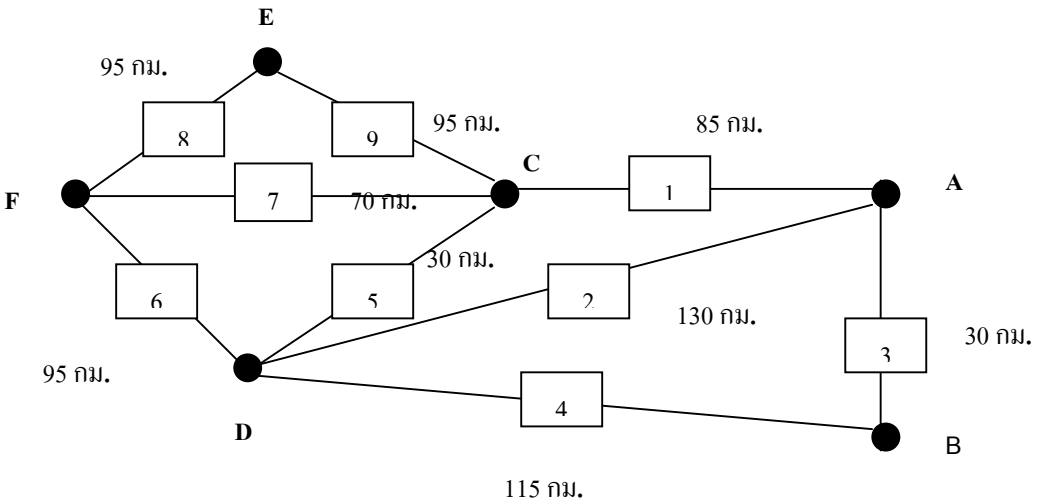
บทที่ 6
โอเอสพีเอฟ (OSPF : Open shorted Path First)

โอเอสพีเอฟเป็นโพรโตคอลเกตเวย์ภายในที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนการเลือกเส้นทางตามสภาพเครือข่ายได้รวดเร็วและรองรับการทำงานกับเครือข่ายขนาดใหญ่ได้

หลักการพื้นฐานของโพรโตคอลแบบโอเอสพีเอฟจะเป็นโพรโตคอลแบบลิงค์เสตท โดยโอเอสพีเอฟจะทำหน้าที่สร้างแผนที่ให้กับเราเตอร์ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเราเตอร์จะตรวจหาเราเตอร์อื่นที่อยู่ข้างเคียง ขั้นที่สองเราเตอร์จะประกาศค่านี้ออกไปให้เราเตอร์อื่นทุกตัว เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้เราเตอร์ จะทราบว่ามีเราเตอร์อื่นใดอยู่บ้าง ขั้นสุดท้ายเราเตอร์จะอาศัยข้อมูลจากขั้นที่สองสร้างแผนที่ไปยังเราเตอร์อื่นทุกตัวในเครือข่าย เราเตอร์ทุกตัวต่างก็มีแผนที่ประจำตัวที่ทราบถึงเส้นทางทั้งหมดในเครือข่าย

6.1 การทำงานของโอเอสพีเอฟโดยสรุป

เพื่อให้สามารถศึกษาการทำงานของโอเอสพีเอฟได้อย่างชัดเจนเป็นขั้นตอนจะใช้เส้นทางจากเมืองหนึ่งไปยังอีกเมืองหนึ่งดังรูป 6.1 แต่ละเมืองเปรียบเสมือนเราเตอร์และทางหลวงที่เชื่อมต่อกันถือเป็นสายสื่อสารระหว่างเราเตอร์ เส้นทางในรูปเป็นเพียงเส้นทางที่จำลองจากทางหลวงระหว่างเมืองและระยะทางวัดเป็นกิโลเมตรโดยประมาณ หมายเลขประจำเส้นทางตั้งแต่ 1-9 ใช้เรียกชื่อแทนหมายเลขทางหลวงเพื่อความสะดวกต่อการอ้างอิง

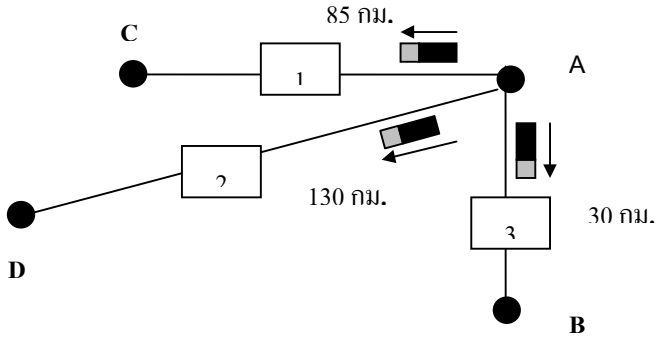


รูปที่ 6-1 แผนที่ทางหลวง

6.2 เรียนรู้เครือข่าย

เราเตอร์ในเครือข่ายที่ใช้โอเอสพีเอฟจะเริ่มต้นเรียนรู้ว่ามีเราเตอร์ใดที่อยู่ข้างเคียงโดยการส่งแพ็กเก็ต “ทักทาย” หรือ ฮัลโหลแพ็กเก็ต (Hello Packet) ออกไปทุกๆลิงค์ของเราเตอร์ ตัวอย่างรูปที่ 6-2 เรา

เตอร์ A จะส่งแพ็กเก็ตทักทายไปยังเราเตอร์ที่ B,C และ D ในขณะที่เราเตอร์ทั้งสามก็ส่งแพ็กเก็ตทักทายไปยังเราเตอร์ A ด้วย



รูปที่ 6-2 เราเตอร์ A ส่งแพ็กเก็ตทักทาย

เมื่อเราเตอร์ A ได้รับแพ็กเก็ตตอบกลับจาก B,C และ D เราเตอร์ A ก็จะทราบถึงเส้นทางข้างเคียงโดยตรง เราเตอร์ A จะสร้างสร้างตารางระยะทางไปยังเราเตอร์ข้างเคียงตามตารางที่ 6.1 ในขณะเดียวกันและในที่สุดเราเอตร์แต่ละจังหวัดต่างก็จะมีข้อมูลระยะทางไปยังเราเตอร์ข้างเคียงทุกตัว

เราเตอร์ข้างเคียง	เส้นทาง	ระยะทาง
B	3	30 กม.
C	1	85 กม.
D	2	130 กม.

ตารางที่ 6-1 ตารางเส้นทางที่เราเตอร์ A

6.3 สร้างฐานข้อมูลเส้นทาง

ขั้นตอนที่สองนี้แต่ละเราเตอร์จะสร้างฐานข้อมูลที่เก็บเส้นทางไปยังเราเตอร์ทุกตัวในเครือข่าย วิธีการที่ใช้คือเราเตอร์สร้างแพ็กเก็ตบรรจุเส้นทางที่มีอยู่ทั้งหมดในขณะนั้นและ”ปล่อย” (Flooding) ให้แพ็กเก็ตไหลจากเราเตอร์หนึ่งไปยังอีกเราเตอร์หนึ่ง

เมื่อเราเตอร์ได้รับแพ็กเก็ตก็จะสำเนาแพ็กเก็ตนั้นส่งออกไปยังลิงค์อื่นด้วย เราเตอร์ต้องตรวจสอบว่าเป็นแพ็กเก็ตเก่าซ้ำของเดิมหรือเป็นแพ็กเก็ตใหม่ หากได้รับแพ็กเก็ตเก่าจากเราเตอร์อื่นให้กำจัดทิ้งไป หากเป็นแพ็กเก็ตใหม่จะต้องปล่อยแพ็กเก็ตไปทุกอินเทอร์เฟสยกเว้นอินเทอร์เฟสที่ได้รับแพ็กเก็ต

รูปแบบของแพ็กเก็ตที่เราเตอร์ส่งออกไปในขั้นนี้เรียกว่า **แพ็กเก็ตประกาศลิงค์เสตท** (Link State Advertisement) หรือ **แพ็กเก็ตแอลเอสเอ** (LSA) เมื่อเราเตอร์ทุกตัวปล่อยแพ็กเก็ตแอลเอสเอเช่นเดียวกันเพียงชั่วระยะหนึ่งแพ็กเก็ตจะกระจายไปทั่วทั้งเครือข่าย ท้ายที่สุดแล้วเราเตอร์ทุกตัวจะทราบเส้นทางไปยังเราเตอร์อื่นและได้ตารางเส้นทางเรียกว่า ฐานข้อมูลลิงเสตท (Link State Database) จากตัวอย่างนี้ฐานข้อมูลลิงค์เสตทมีค่าตามตารางที่ 6-2

Router A	Router B	Router C	Router D	Router E	Router F
B : 30	A : 30	A : 85	A : 130	C : 110	C : 70
C : 85	D : 115	D : 30	B : 115	F : 95	D : 95
D : 130		E : 110	C : 30		E : 95
		F : 70	F : 95		

ตารางที่ 6-2 ฐานข้อมูลลิงสเทตประจำแต่ละเราเตอร์

6.4 การคำนวณเส้นทาง

ฐานข้อมูลที่ได้จากขั้นที่แล้วยังไม่ใช่ตารางเส้นทางที่นำไปใช้ได้ ตารางเส้นทางจะได้จากการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดตามขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา (Dijkstra Algorithm)

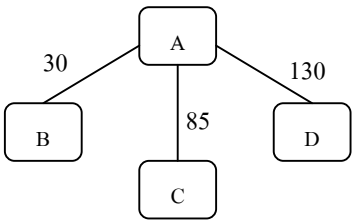
6.4.1 ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา (Dijkstra Algorithm)

ตามขั้นตอนวิธีไดจ์สตรา เราเตอร์จะสร้างเส้นทางที่เขียนแทนด้วยต้นไม้กำกับทิศทางโดยมีกิ่งเชื่อมไปยังเราเตอร์อื่น รากของต้นไม้ก็คือเราเตอร์ที่เป็นจุดตั้งต้นคำนวณหาเส้นทาง แต่ละเส้นจะกำกับด้วยเลเบลซึ่งแบ่งเส้นทางออกเป็นสองชนิดคือ **เส้นทางชั่วคราว** และ **เส้นทางถาวร** เส้นทางชั่วคราวใช้กำกับเส้นทางที่ค้นพบแต่ยังไม่ผ่านการคำนวณว่าเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ส่วนเส้นทางถาวรใช้กำกับเส้นทางที่คำนวณแล้วว่าสั้นที่สุด

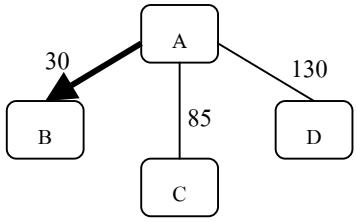
เมื่อเริ่มต้นทำงานที่เราเตอร์ใด เราเตอร์นั้นจะมีระยะทางถึงตัวเองเป็นศูนย์และสร้างเส้นทางชั่วคราวไปยังเราเตอร์ข้างเคียงก่อน ส่วนเส้นทางไปยังเราเตอร์อื่นให้มีค่าเป็นอนันต์

เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรากับรูปที่ 6-1 โดยพิจารณาเราเตอร์ A จะได้เส้นทางแรกตามรูปที่ 6-3 (1) โดยมีเส้นทางไปยัง B,C และ D ทั้งสามเส้นทางไม่มีหัวลูกศรซึ่งหมายถึงเส้นทางชั่วคราว ลำดับขั้นที่ (2) ถึง (6) แสดงการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังที่อื่นๆ โดยเส้นทางที่มีหัวลูกศรหมายถึงเส้นทางถาวร

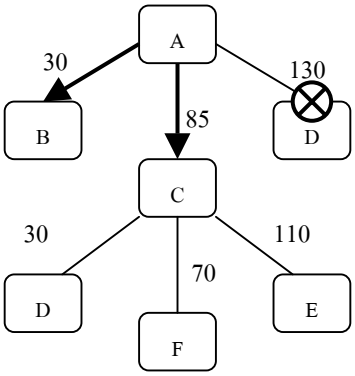
เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนสุดท้ายแล้วเราเตอร์ A จะมีแผนที่ทั้งเครือข่าย เมื่อต้องการไปยังเส้นทางใดก็เพียงแต่หาเส้นทางจากต้นไม้ที่สร้างขึ้นเท่านั้น ในขณะที่เราเตอร์อื่นก็จะดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดไปยังที่อื่นๆในลักษณะเดียวกัน



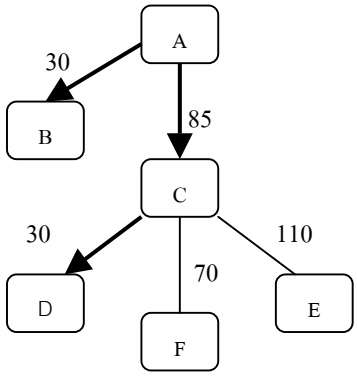
(1) เราเตอร์ A สร้างต้นไม้แสดงเส้นทางไปยังเราเตอร์ข้างเคียง



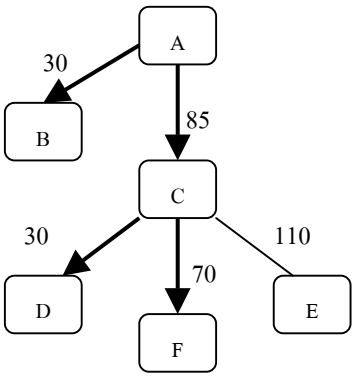
(2) สร้างเส้นทางต่อจากเราเตอร์ B ซึ่งมีเพียงเราเตอร์ D เท่านั้นแต่ระยะทางจาก A ไป D โดยตรงมีค่าเท่ากับ 130 ซึ่งน้อยกว่าการไป D โดยผ่าน B ก่อนซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 115+30 = 145 ดังนั้นให้เส้นทางไป B เป็นเส้นทางถาวร



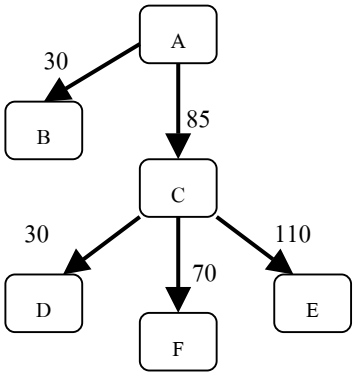
(3) สร้างเส้นทางต่อจากเราเตอร์ C แล้วพบว่า เส้นทางไป D ผ่านทาง C (85+30=115) สั้นกว่าไป D (130)โดยตรง ดังนั้นให้เส้นทางไป C เป็นเส้นทางถาวร และยกเลิกเส้นทางไป D



(4) จากเราเตอร์ D ไม่พบเส้นทางไปเราเตอร์ใดที่สั้นกว่า จึงให้เส้นทางที่ D เป็นเส้นทางถาวร



(5) จากเราเตอร์ F ไม่พบเส้นทางไปเราเตอร์ใดที่สั้นกว่า จึงให้เส้นทางที่ F เป็นเส้นทางถาวร



(6) จากเราเตอร์ E ไม่พบเส้นทางไปเราเตอร์ใดที่สั้นกว่า จึงให้เส้นทางที่ E เป็นเส้นทางถาวร

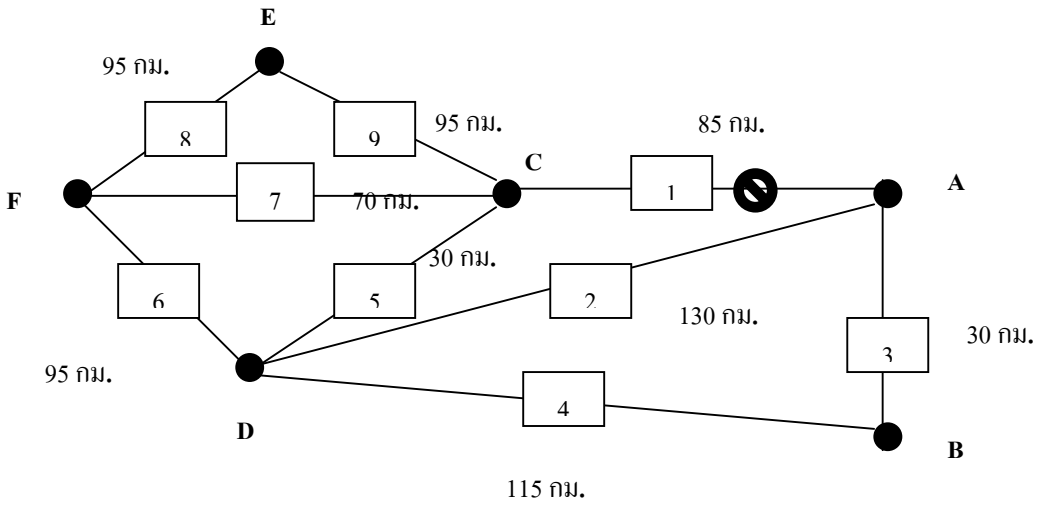
รูปที่ 6-3 การคำนวณหาเส้นทางสั้นที่สุดตามขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา

6.4.2 การปรับเปลี่ยนเมื่อเครือข่ายเปลี่ยน

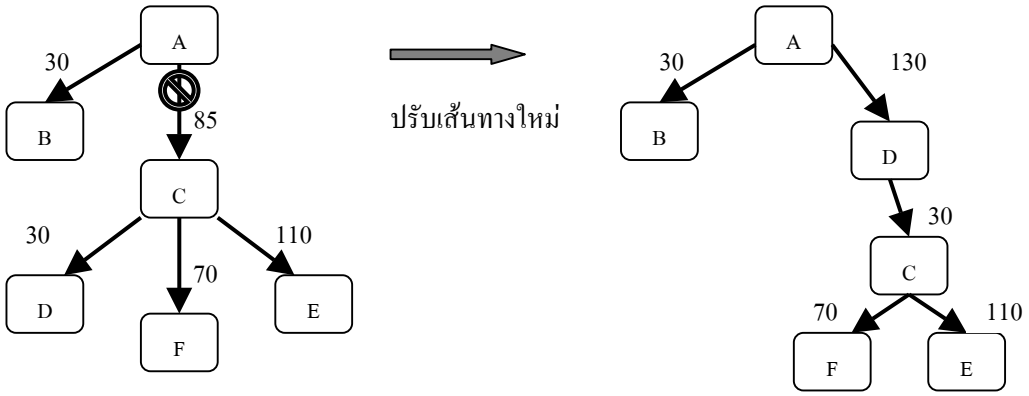
การทำงานของโอเอฟพีเอฟซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่กล่าวไปแล้วนั้น ในทางปฏิบัติจะเกิดขึ้นแบบขนานพร้อมกันไปในเราเตอร์แต่ละตัว เราเตอร์จะส่งและได้รับฮัลโหลแพ็กเก็ตกับเราเตอร์ข้างเคียงอยู่ตลอดเวลา หากสายสื่อสารเกิดผิดปกติทำให้เราเตอร์ไม่ได้รับฮัลโหลแพ็กเก็ตภายในระยะเวลาที่กำหนดก็จะทราบว่าเส้นทางไปไม่ถึงและจะเริ่มคำนวณหาเส้นทางใหม่

ตัวอย่างเช่นเส้นทางจากเราเตอร์ A ไปยังเราเตอร์ C มีปัญหาขัดข้องดังรูปที่ 6-4 เราเตอร์ A และ C ต่างไม่ได้รับฮัลโหลแพ็กเก็ตซึ่งกันและกัน เมื่อถึงกำหนดเวลาต่างก็ทราบว่าเส้นทางไม่สามารถใช้งานได้และต้องเปลี่ยนฐานข้อมูลลิงค์เสตทใหม่

หากพิจารณาเฉพาะที่เราเตอร์ A ซึ่งจะคำนวณหาเส้นทางใหม่ กรณีเราเตอร์จะใช้เส้นทางไปยัง D เพื่อไป C โดยเส้นทางอื่นยังคงเดิม ต้นไม้แสดงเส้นทางสั้นที่สุดจะมีลักษณะดังรูปที่ 6-5



รูปที่ 6-4 ปัญหาเส้นทางขัดข้อง



รูปที่ 6-5 เส้นทางใหม่ที่คำนวณได้

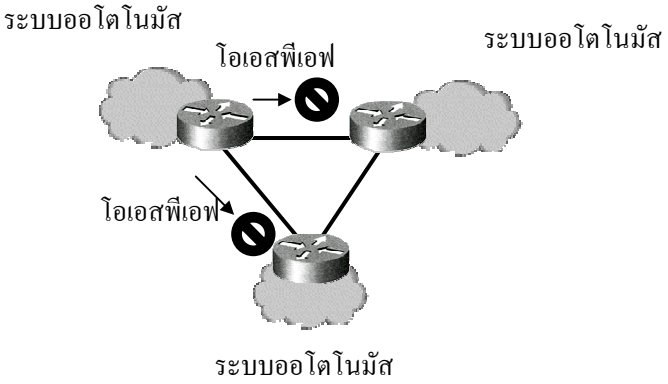
ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราเป็นขั้นตอนวิธีที่ต้องใช้กำลังการคำนวณของซีพียูอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเครือข่ายขนาดใหญ่ เราเตอร์จะต้องคำนวณหาต้นไม้ที่แทนเส้นทางสั้นที่สุดใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆในเครือข่าย

แต่โอเอสพีเอฟมีวิธีการจัดรูปแบบเครือข่ายเพื่อลดการคำนวณเมื่อเครือข่ายเปลี่ยนแปลงซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

6.5 การจัดองค์ประกอบเครือข่าย

ระบบออโตโนมัสเป็นตัวกำหนดขอบเขตการทำงานของโอเอสพีเอฟ ข้อมูลเส้นทางโอเอสพีเอฟจะแลกเปลี่ยนระหว่างเราเตอร์ที่อยู่ภายในออโตโนมัสหนึ่งๆ เท่านั้น

ในระบบออโตโนมัสหนึ่งๆ ย่อมมีเราเตอร์เชื่อมต่อไปยังระบบอื่นดังตัวอย่างในรูปที่ 6-6 เราเตอร์ในระบบออโตโนมัสที่เชื่อมกับระบบออโดตโนมัวอื่นเรียกว่า **เราเตอร์ขอบปลายระบบออโตโนมัส** (AS boundary routers) และเป็นตัวกันไม่ให้ข้อมูลโอเอสพีเอฟออกไปสู่ระบบออโตโนมัสอื่น



รูปที่ 6-6 เราเตอร์ขอบปลายของระบบออโตโนมัส

6.6 การแบ่งระบบออโตโนมัสออกเป็นพื้นที่

เครือข่ายที่ใช้งานโอเอสพีเอฟย่อมอยู่ในระบบออโตโนมัสเดียวกัน และอาจเป็นได้ทั้งเครือข่ายขนาดเล็กไปถึงเครือข่ายขนาดใหญ่ โอเอสพีเอฟสามารถทำงานได้กับเครือข่ายขนาดใหญ่และยังรองรับการขยายขนาดขึ้นไปอีก เพราะมีคุณสมบัติการทำงานที่รองรับการขยายอยู่ในตัว

คุณสมบัติหนึ่งได้แก่การแบ่งเครือข่ายออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อจำกัดขอบเขตการทำงานบางอย่างให้อยู่ในบริเวฯใดบริเวณหนึ่งหรือกลุ่มของเราเตอร์กลุ่มหนึ่งๆ ขอบเขตของเครือข่ายที่จัดแบ่งแล้วเรียกว่า **พื้นที่** (Area)

พื้นที่ในความหมายของโอเอสพีเอฟคือกลุ่มของโฮสต์หรือเราเตอร์ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดเครือข่ายหนึ่งๆ อาจแบ่งออกเป็นหลายพื้นที่ แต่ละพื้นที่จะเชื่อมโยงกับพื้นที่กลางที่เรียกว่า **พื้นที่แบ็คโบน** (Backbone Area) รูปที่ 6-7 แสดงเครือข่ายที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วนแต่ละพื้นที่จะมีหมายเลขประจำพื้นที่ (Area ID) โดยแบ็คโบน