

## โจทย์ชุดที่แปด วันศุกร์ที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2564 จำนวน 2 ข้อ

ที่	เนื้อหา	โจทย์
1.	Dijkstra's algorithm จำนวน 1 ข้อ	1. ถ้ำเสือศรีราชา (Cave TOI15)
2.	Minimum Spanning Tree จำนวน 1 ข้อ	2. สถานที่ศักดิ์สิทธิ์ (Places Sacred)

### 1. เรื่อง Dijkstra's algorithm จำนวน 1 ข้อ

#### 1. ถ้ำเสือศรีราชา (Cave TOI15)

ที่มา: ข้อสอบโอลิมปิกวิชาการระดับชาติครั้งที่ 15 ณ ศูนย์ สอวน. ม.บูรพา

นักผจญภัยรุ่นเยาว์ต้องเข้าตามหาอัญมณีหินอนันต์ในถ้ำเสือศรีราชาช่วงฤดูน้ำหลาก แต่เกิดเหตุไม่คาดฝัน มีฝนตกหนักมาก จนทำให้นักผจญภัยรุ่นเยาว์ติดอยู่ในถ้ำที่โถงแห่งหนึ่ง ทีม Avenger ได้รับการติดต่อขอความช่วยเหลือให้นำเสบียงเข้าไปให้นักผจญภัยกลุ่มนี้

ทีม Avenger ได้ปรึกษากับผู้มีประสบการณ์ในการเดินสำรวจถ้ำเสือศรีราชามาก่อน และได้บันทึกเส้นทางในถ้ำเป็นแผนที่ทางเดินถ้ำไว้ แผนที่นี้ได้รับจำนวนโถงในถ้ำทั้งหมด  $N$  โถง โดยแต่ละโถงแทนด้วย หมายเลขซึ่งเป็นจำนวนเต็ม  $0$  ถึง  $N - 1$  ที่ไม่ซ้ำกันกำกับอยู่ แผนที่แสดงทางเชื่อมระหว่างโถงจำนวน  $E$  เส้น

สำหรับโถง  $Q$  และโถง  $R$  ใด ๆ ที่มีทางเชื่อมจาก  $Q$  ไป  $R$  แล้วทางเชื่อมนั้นมีจำนวนเต็ม  $T_{Q,R}$  ( $0 \leq Q, R \leq N-1, Q$  ไม่เท่ากับ  $R$ ) ที่ระบุระยะเวลา (นาที) ของการเดินทางผ่านทางเชื่อมจากโถงต้นทาง  $Q$  ไปยังโถงปลายทาง  $R$  ขณะไม่มีน้ำท่วม และระยะเวลา  $T_{Q,R}$  ดังกล่าวเป็นระยะเวลาการเดินทางจากโถงต้นทาง  $Q$  ไปยังโถงปลายทาง  $R$  แต่อาจไม่ใช่ระยะเวลาการเดินทางจากโถงต้นทาง  $R$  ไปยังโถงปลายทาง  $Q$  นอกจากนั้น หากมีทางเชื่อมจากโถง  $Q$  ไปยังโถง  $R$  แล้วทางเชื่อมนั้นมีเพียงเส้นเดียวเท่านั้น

โถง  $P$  ( $0 \leq P \leq N-1$ ) เป็นโถงปากทางเข้าที่ทีม Avenger มีเสบียงเตรียมไว้ โถง  $U$  เป็นโถงที่นักผจญภัยรุ่นเยาว์ติดอยู่ เมื่อ  $0 \leq U \leq N-1, U$  ไม่เท่ากับ  $P$  ทีม Avenger ต้องการเดินทางจากโถง  $P$  ไปยังโถง  $U$  โดยใช้เวลาน้อยที่สุด

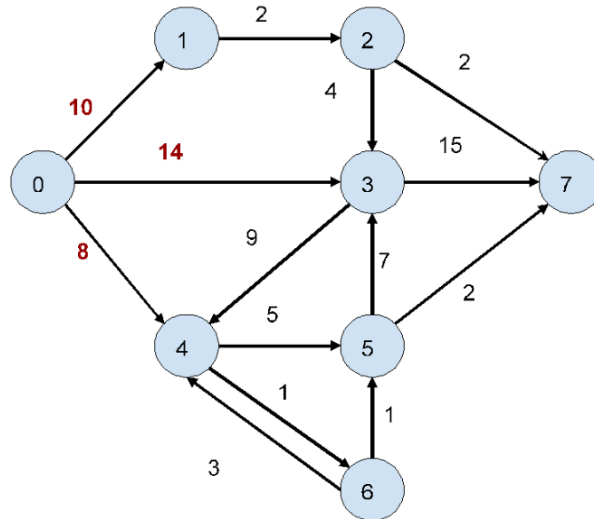
เมื่อมีน้ำหลาก น้ำจะท่วมภายในถ้ำ และระดับน้ำมีผลกับระยะเวลาการเดินทางผ่านทางเชื่อม โดยที่ระยะเวลาการเดินทางผ่านทางเชื่อมจะเพิ่มขึ้น  $1$  นาทีต่อระดับน้ำ ( $h$ ) ที่สูงเพิ่มขึ้น  $1$  นิ้ว อย่างไรก็ตาม โถง  $P$  เป็นโถงที่อยู่บนพื้นที่สูง ดังนั้นแม้มีน้ำหลาก ระยะเวลาการเดินทางผ่านทางเชื่อมใด ๆ ที่เชื่อมกับโถง  $P$  จะไม่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มของระดับน้ำ

#### ตัวอย่างที่ 1

ภาพที่ 1 แสดงแผนที่และทางเชื่อมของถ้ำที่มีโถงจำนวน  $8$  โถง โดยโถงปากทางเข้า คือ โถง  $0$  ( $P = 0$ ) และ โถงที่นักผจญภัยรุ่นเยาว์ติดอยู่ คือ โถง  $7$  ( $U = 7$ ) จำนวนเต็มกำกับแต่ละทางเชื่อม คือ ระยะเวลาของการเดินทางผ่านทางเชื่อม ขณะไม่มีน้ำท่วม ( $h = 0$ ) เส้นทางจากโถง  $0$  ไปยังโถง  $7$  ที่ใช้ระยะเวลาเดินทางน้อยที่สุด คือ เส้นทาง  $0 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 7$  ซึ่งใช้เวลาเดินทางเท่ากับ  $8+1+1+2 = 12$  นาที

**โจทยพีพีทมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด**  
**หากไม่ได้รับความอนุญาติจาก นายอัครพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)**

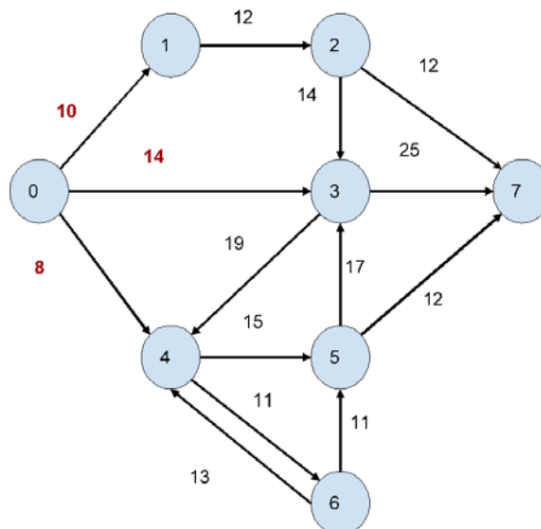
---



ภาพที่ 1 แผนที่ของถ้ำสำหรับตัวอย่างที่ 1

## ตัวอย่างที่ 2

ภาพที่ 2 แสดงแผนที่และทางเชื่อมของถ้ำในตัวอย่างที่ 1 เมื่อเกิดน้ำหลากทำให้น้ำท่วม มีผลให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้น 10 นิ้ว ( $h = 10$ ) เส้นทางจากโถง 0 ไปยังโถง 7 ที่ใช้ระยะเวลาเดินทางน้อยที่สุดในกรณีนี้คือเส้นทาง  $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 7$  ซึ่งใช้เวลาเดินทางเท่ากับ  $10+12+12 = 34$  นาที



ภาพที่ 2 แผนที่ของถ้ำสำหรับตัวอย่างที่ 2

ในการวางแผนการช่วยเหลือ ทีม Avenger จึงต้องจำลองการเดินทางเพื่อหาระยะเวลาการเดินทางที่น้อยที่สุดในการนำเสบียงเข้าไปให้นักผจญภัย เป็นจำนวน  $L$  ครั้งที่ระดับความสูงของน้ำในถ้ำต่าง ๆ กัน เมื่อ  $h_i$  ( $1 \leq i \leq L$ ) แทนความสูงของระดับน้ำในการจำลองครั้งที่  $i$

## งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมเพื่อช่วยทีม Avenger ในการคำนวณระยะเวลาการเดินทางที่น้อยที่สุด ซึ่งต้องใช้เดินทางจากโถง  $P$  ไปยังโถง  $U$  ณระดับความสูงของน้ำต่าง ๆ ทั้ง  $L$  ครั้งของการจำลอง โดยรับประกันว่ามีเส้นทางอย่างน้อยหนึ่งเส้นทางจากโถง  $P$  ไปยังโถง  $U$  เสมอ

## ข้อมูลนำเข้า

# โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด

## หากไม่ได้รับความอนุญาติจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)

บรรทัดแรก รับจำนวนเต็ม  $N P U E$  แทนจำนวนโง่งในถ้ำทั้งหมด, หมายเลขโง่งปากทางเข้า, หมายเลขโง่งที่นักผจญภัยติดอยู่ และ จำนวนทางเชื่อมระหว่างโง่ง ตามลำดับห่างกันหนึ่งช่องว่าง โดยที่  $2 \leq N \leq 2,000$ ;  $0 \leq P, U < N$ ;  $P$  ไม่เท่ากับ  $U$ ,  $N-1 \leq E \leq 10,000$

บรรทัดที่ 2 ถึงบรรทัดที่  $E+1$  รับทางเชื่อมระหว่างโง่งเป็นจำนวนเต็ม  $Q R T_{Q,R}$  แทนหมายเลขโง่งต้นทาง หมายเลขโง่งปลายทาง และ ระยะเวลาการเดินทางจากโง่งต้นทาง  $Q$  ไปยังโง่งปลายทาง  $R$  ขณะไม่มีน้ำท่วม ( $h = 0$ ) ตามลำดับห่างกันหนึ่งช่องว่างโดยที่  $0 \leq Q, R < N$ ;  $Q$  ไม่เท่ากับ  $R$ ;  $1 \leq T_{Q,R} \leq 100,000,000$

บรรทัดที่  $E+2$  รับจำนวนเต็มบวก  $L$  แทนจำนวนครั้งที่ต้องจำลองการเดินทาง โดยที่  $L \leq 500,000$

บรรทัดที่  $E+3$  ประกอบด้วยจำนวนเต็ม  $L$  จำนวน แทนความสูงของระดับน้ำ  $h_i$  เมื่อ  $0 \leq h_i \leq 1,000,000$

20% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีค่า  $N \leq 8$  และ  $L \leq 10$  และ

50% ของชุดข้อมูลทดสอบ จะมีค่า  $N \leq 500$  และ  $L \leq 10,000$

### ข้อมูลส่งออก

บรรทัดเดียว แสดงจำนวนเต็ม  $L$  จำนวนแทนระยะเวลาการเดินทางที่น้อยที่สุดจากโง่ง  $P$  ไปยังโง่ง  $U$  ที่ระดับความสูงของน้ำ  $h_i$  ตามข้อมูลนำเข้าด้วยหนึ่งช่องว่าง โดยคำตอบจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1,000,000,000

### ตัวอย่าง

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
8 0 7 14 0 1 10 0 3 14 0 4 8 1 2 2 2 7 2 2 3 4 3 7 15 3 4 9 5 3 7 5 7 2 4 5 5 4 6 1 6 5 1 6 4 3 4 0 10 2 30	12 34 18 59

+++++

## 2. เรื่อง Minimum Spanning Tree จำนวน 1 ข้อ

### 2. สถานที่ศักดิ์สิทธิ์ (Places Sacred)

ที่มา: ข้อสอบโอลิมปิกวิชาการระดับชาติครั้งที่ 11 ณ ศูนย์ สอวน. ม.สงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง

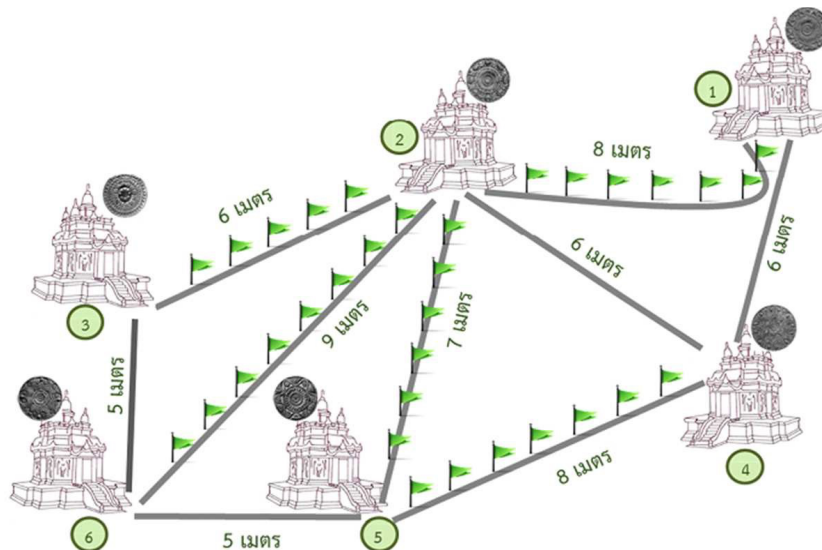
ตามราชประเพณี มีการกำหนดให้มีราชพิธีประจำปีที่ต้องไปสักการะสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ของบุหงาตันหยงนคร จำนวน  $N$  แห่ง แต่ละแห่งถูกระบุชื่อด้วยจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง  $N$  และมีเส้นทางเชื่อมต่อกันรวมทั้งสิ้น  $M$  สาย เส้นทางที่  $i$  ยาว  $l_i$  เมตร ( $1 \leq i \leq m$ ) โดยทุกสถานที่ศักดิ์สิทธิ์จะมีเส้นทางอย่างน้อยหนึ่งสายเชื่อมกับสถานที่ศักดิ์สิทธิ์อื่น และอาจมีเส้นทางมากกว่าหนึ่งสายเชื่อมสถานที่ศักดิ์สิทธิ์สองแห่งใด ๆ อย่างไรก็ตามเส้นทางที่มีอยู่ทั้งหมดหรือบางส่วนจะสามารถทำให้องค์รายาดำเนินไปยังสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ครบทุกแห่งได้

ในราชประเพณี กำหนดไว้ว่า

1. เพื่อความสะดวกในการรักษาความปลอดภัย เส้นทางที่องค์รายาดำเนินผ่านต้องมีจำนวนน้อยที่สุด แต่ยังสามารถดำเนินไปยังทุกสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ได้ครบ โดย  $K$  ( $1 \leq K \leq M$ ) แทนจำนวนเส้นทางที่ถูกเลือกเพื่อใช้ในการดำเนินขององค์รายา

2. เพื่อให้ประชาชนได้ถวายพระพรอย่างทั่วถึง ความยาวรวมของเส้นทางทั้ง  $K$  สายที่องค์รายาดำเนินผ่านต้องเป็นระยะทางยาวที่สุด

3. เพื่อเป็นการเฉลิมพระเกียรติ ในแต่ละเส้นทางที่องค์รายาผ่านต้องปักธงประจำองค์รายาทุกหนึ่งเมตร โดยเริ่มปักธงแรกในระยะหนึ่งเมตรจากสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ที่ด้านหนึ่ง และปักธงต่อไปทุก ๆ หนึ่งเมตร จนกระทั่งถึงระยะหนึ่งเมตรก่อนสถานที่ศักดิ์สิทธิ์อีกด้านหนึ่งจึงปักธงสุดท้ายของเส้นทางนั้น ดังนั้นจำนวนธงตลอดเส้นทางสายที่  $i$  ซึ่งถูกเลือกใช้จะเป็น  $l_i - 1$  ในกรณีที่สถานที่ศักดิ์สิทธิ์สองแห่งถูกเชื่อมด้วยเส้นทางความยาวหนึ่งเมตรจะไม่มีการใช้ธงสำหรับเส้นทางสายนั้น



ตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างเส้นทางที่ถูกเลือกใช้ในราชพิธีสักการะสถานที่ศักดิ์สิทธิ์และจำนวนธงทั้งหมดที่ใช้

ทางมุขมนตรีจำเป็นต้องทราบถึงจำนวนธงที่ต้องใช้ ในราชพิธีสักการะสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ขององค์รายาเพื่อจัดเตรียมธงที่ใช้ให้เพียงพอ จากตัวอย่างที่ 1 สถานที่ศักดิ์สิทธิ์ 1 ถึง 6 ถูกเชื่อมด้วยเส้นทางต่าง ๆ จำนวนเก้าสาย ดังรูป เส้นทางห้าสายที่ถูกเลือกตามราชประเพณี มีปักธงรวมทั้งสิ้น 33 ผืน

#### งานของคุณ

จงเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อคำนวณจำนวนธงทั้งหมดที่ต้องใช้ในราชพิธีสักการะสถานที่ศักดิ์สิทธิ์

**โจทย์พีพีทีมีลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดไปดัดแปลง หรือ ใช้งานต่อ โดยเด็ดขาด**  
**หากไม่ได้รับความอนุญาตจาก นายอัศรพนธ์ วัชรพลากร (พีพีท)**

**ข้อมูลนำเข้า**

มีจำนวน  $M + 1$  บรรทัด ดังนี้

บรรทัดแรก มีจำนวนเต็มสองจำนวน ประกอบด้วย  $N$  ระบุแสดงจำนวนสถานที่ศักดิ์สิทธิ์ และ  $M$  ระบุจำนวนเส้นทางที่เชื่อมต่อกับสถานที่ศักดิ์สิทธิ์เหล่านั้น โดยแต่ละจำนวนถูกคั่นด้วยช่องว่างหนึ่งช่องว่าง กำหนดให้  $2 \leq N \leq 200,000$  และ  $1 \leq M \leq 1,000,000$

บรรทัดที่ 2 ถึง  $M + 1$  แต่ละบรรทัดมีจำนวนเต็มสามจำนวน สองจำนวนแรกคือ  $s_i$  และ  $d_i$  ระบุสถานที่ศักดิ์สิทธิ์สองแห่งที่เชื่อมกันด้วยเส้นทางเส้นที่  $i$  และจำนวนสุดท้ายคือ  $l_i$  ระบุความยาวของเส้นทางในหน่วยเมตร กำหนดให้  $1 \leq s_i \leq N$  และ  $1 \leq d_i \leq N$  และ  $1 \leq l_i \leq 100,000$  และ  $1 \leq i \leq M$

**ข้อมูลส่งออก**

มีหนึ่งบรรทัด แสดงจำนวนจริงทั้งหมดที่ต้องใช้ในราชพิธีสักการะสถานที่ศักดิ์สิทธิ์

**ตัวอย่าง**

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
6 9 1 2 8 2 3 6 1 4 6 4 2 6 4 5 8 2 5 7 5 6 5 2 6 9 3 6 5	33

+++++