

### บทที่ 3

#### การวิเคราะห์ปัญหา และพัฒนาวิธีค้นหาคำตอบ

ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการพัฒนาวิธีการหาคำตอบของปัญหา โดยมุ่งศึกษาปัญหาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลในแผนกฉุกเฉินทั้งในสภาวะปกติ และทำการปรับปรุงเพื่อใช้ในสภาวะฉุกเฉิน โดยจะนำเสนอสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการกระจายภาระงานอย่างยุติธรรม คือการลดความแตกต่างระหว่างภาระงานที่ได้รับของพยาบาลในแต่ละคนให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

#### 3.1 ลักษณะการทำงาน การจัดตารางการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในแผนกอุบัติเหตุ และฉุกเฉิน

จากปัญหาที่ความต้องการกำลังคนเพิ่มสูงขึ้นกะทันหัน หรือขาดแคลนพยาบาลเนื่องจากเหตุสุดวิสัยต่างๆ จะทำให้งานของพยาบาลที่ทำงานในกะทำงานหรือวันทำงานนั้นๆ หนักขึ้นเนื่องจากสัดส่วนของงาน และสัดส่วนของจำนวนผู้ป่วยต่อจำนวนพยาบาลเพิ่มสูงขึ้นอาจเกินกำลังของพยาบาลที่มาปฏิบัติงาน และรักษาพยาบาลได้ไม่ทันทั่วถึง หรือเกิดความเหนื่อยล้าจนประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วยลดลง ซึ่งในกรณีผู้ป่วยในแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉินนี้บางส่วนอาจเป็นผู้ป่วยที่ต้องการความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดการพิการ หรือต้องได้รับการกู้ชีวิต โดยด่วนเพื่อรักษาชีวิตของผู้ป่วยไว้ การขาดแคลนกำลังคนในแผนกอุบัติเหตุ และฉุกเฉินจึงอาจส่งผลต่ออาการป่วยของผู้ป่วยในระยะยาว หรืออาจทำให้ถึงแก่ชีวิตของผู้ป่วยได้

ปัญหาการจัดตารางพยาบาล ในขณะที่เกิดภาวะวิกฤติ และหลังจากเกิดภาวะวิกฤติที่จะเกิดขึ้นนั้นได้แก่ กรณีที่มีความต้องการกำลังคนเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดภาวะวิกฤติ ทำให้จำนวนงานที่พยาบาลเหล่านั้นได้รับเปลี่ยนแปลงไปจาก จำนวนงานที่คำนวณไว้เดิม การยึดตารางการทำงานที่จัดไว้ก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์วิกฤติ จะทำให้การเฉลี่ยภาระงานแก่พยาบาล เกิดความไม่เท่าเทียมกัน การแก้ปัญหาภาระงานที่ไม่เท่าเทียมกันนี้ทำได้โดย การจัดตารางงานตามความต้องการพยาบาลในแผนก แล้วจัดตารางการทำงานของพยาบาลใหม่ทั้งในช่วงเวลาฉุกเฉิน และช่วงเวลาหลังจากเกิดสถานการณ์ฉุกเฉินให้มีการเฉลี่ยภาระงานที่ดีให้กับพยาบาลประจำแผนกทุกคน

### 3.2 รูปแบบปัญหา และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัย

ปัญหาการจัดตารางงานของพยาบาลในแผนกฉุกเฉินมีลักษณะคล้ายกับปัญหาการจัดตารางงานพยาบาล (Nurse rostering problem: NRP) โดยทั่วไป แตกต่างกันที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการกำลังคนได้ตลอดเวลาจึงจำเป็นต้องมีการจัดตารางใหม่เมื่อเกิดเหตุการณ์วิกฤตขึ้น เพื่อการคงวัตถุประสงค์เดิมให้ได้มากที่สุด

#### 3.2.1 การกำหนดเงื่อนไขบังคับในงานวิจัย

เงื่อนไขบังคับต่างๆในงานวิจัยนี้มีรายละเอียดในการกำหนดดังต่อไปนี้

##### 1) ภาระงานของพยาบาล (minimum/maximum Nurses workload)

ภาระงานรวมของพยาบาลในสถานการณ์ปกติจะไม่นำมากำหนดเป็นเงื่อนไขบังคับเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของสมการวัตถุประสงค์ แต่จะมีการกำหนดภาระงานของแต่ละสัปดาห์ไว้ไม่ต่ำกว่า 2 กะงาน และไม่เกิน 5 กะงานคือไม่เกิน 40 ชั่วโมงการทำงานต่อ 1 สัปดาห์ (จุฬามาศ เทวินนุรานวงศ์, 2543: 38-42 และ จรรยา ประดิษฐ์วงศ์สิน, 2527: 33-34) และการกำหนดขอบเขตภาระงานรวมในสถานการณ์ฉุกเฉินไว้ไม่ให้เกิน 30 กะงานภายใน 28 วัน (โรงพยาบาลลาดพร้าว)

##### 2) จำนวนกะทำงานเดิมติดๆกัน (minimum/maximum/exact number of consecutive same working shift)

กฤษฎา แสงวงศ์ (2545) กล่าวว่าการทำงานในกะทำงานติดๆกันซ้ำๆ โดยเฉพาะ กะดึกนั้น จะทำให้พยาบาลเกิดการปรับตัวแต่ก็อาจทำให้พยาบาลผู้นั้นสูญเสียความสามารถในการดำรงชีวิตแบบปกติ การทำงานกะเดิมติดๆกันนี้จะมีการกำหนดจำนวนกะเดิมติดกันได้ไม่เกิน 3 กะ (โรงพยาบาลลาดพร้าว) เพื่อการหมุนเวียนกะทำงานให้กับพยาบาลทุกคน

##### 3) จำนวนกะ และวันทำงานที่ติดกัน (minimum/maximum/exact number of consecutive working shift/day)

พยาบาลจะไม่สามารถทำงานในกะติดกันได้โดยเด็ดขาดในสภาวะปกติ คือจะทำงานได้เพียงวันละ 1 กะเท่านั้น (กฤษฎา แสงวงศ์, 2545 และ โรงพยาบาลลาดพร้าว) ยกเว้นในกรณีฉุกเฉินที่สามารถทำงานติดกันได้ไม่เกิน 3 กะ หรือ 24 ชั่วโมง (กฤษฎา แสงวงศ์, 2545) ในกรณีของโรงพยาบาลลาดพร้าวนิยมให้พยาบาลอยู่ต่อได้หากมีความต้องการกำลังคนเพิ่ม โดยไม่ระบุ

เป็นจำนวนกะ แต่หัวหน้าพยาบาลจะคอยดูแลไม่ให้พยาบาลคนใดทำงานติดกันรวมเป็นชั่วโมงทำงานเกินกว่า 24 ชั่วโมง

4) ความต้องการของพยาบาล (Nurses' preferences or requirements)

ความต้องการของพยาบาลในกรณีของการวิจัยนี้จะคำนึงถึงการขอวันหยุดล่วงหน้าซึ่งไม่นับรวมกับวันลา โดยจะต้องไม่ขอหยุดต่อเนื่องกันเกินกว่าเจ็ดวันนับกับวันหยุดพยาบาล

5) วันหยุดของพยาบาล (minimum/maximum of Nurses free day and consecutive free day)

การกำหนดวันหยุดให้แก่พยาบาลจะทำโดยนับรวมวันที่พยาบาลได้ขอวันหยุดไว้ล่วงหน้าแล้วเข้าไปด้วย โดยพยาบาลจะได้รับวันหยุดทั้งวันติดกันได้ไม่เกิน 3 วันทำงาน (กฤษฎา แสงดี, 2545)

6) ประเภทของกะงานที่กำหนด (maximum shift type, requirements for each shift type)

ในส่วนนี้จะมีการกำหนดสำหรับกะงานกะดึก ที่หากมีการได้รับการจัดสรรกะดึกแล้ว ต้องได้รับการหยุดงานในกะเช้าและบ่ายในวันถัดไป (กฤษฎา แสงดี, 2545 และ โรงพยาบาลลาดพร้าว) ยกเว้นกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน (โรงพยาบาลลาดพร้าว)

7) บันทึกประวัติการทำงาน (Historical record)

ในส่วนของการทำงานในสภาวะปกติประวัติตารางการทำงานจะถูกเก็บเป็นข้อมูลไว้เพื่อการพิจารณาการจัดสรรภาระงานที่ดีในรอบตารางการทำงานถัดไป ในกรณีฉุกเฉินจำเป็นต้องทราบตารางการทำงานก่อนเกิดเหตุเพื่อการจัดตารางการทำงานที่ตรงตามวัตถุประสงค์

8) ความต้องการอื่นๆ ในระยะสั้น หรือยาวกว่า ระยะเวลาวางแผน (Other requirements in shorter or longer time period other than the planning time period)

ในการวิจัยนี้ได้คำนึงถึงความต้องการกำลังคนที่เปลี่ยนแปลงไป โดยจะนำความต้องการกำลังคนใหม่นี้มาจัดตารางการทำงานใหม่ขึ้นทันที

9) ความต้องการพยาบาลในแต่ละกะ (minimum/maximum/exact number of Requirements of nurse or staff demand for any shift)

ในงานวิจัยนี้ไม่อนุญาตให้มีการขาดแคลนกำลังคน คือต้องมีพยาบาลเข้าทำงานมากกว่าหรือเท่ากับความต้องการที่เกิดขึ้นเท่านั้น

### 3.2.2 รูปแบบของปัญหาการจัดการตารางงานของพยาบาลในแผนกฉุกเฉินในสถานการณ์ปกติ

#### 3.2.2.1 ปัญหาการจัดการตารางงานของพยาบาลแผนกฉุกเฉินในสถานการณ์ปกติ

ปัญหาการจัดการตารางการทำงานของพยาบาลเป็นปัญหาที่มีการกำหนดขึ้นจากความต้องการกำลังคน ข้อกำหนดและข้อตกลงในการทำงานที่โรงพยาบาลมีต่อพยาบาล โดยจะจัดสรรภาระงานให้แก่พยาบาลแต่ละคนในแต่ละกะแต่ละวัน โดยมีหัวหน้าพยาบาลเป็นผู้กำหนดความต้องการกำลังคน ในแต่ละกะโดยจัดการตารางการทำงานเพื่อให้พยาบาลนำไปปฏิบัติตลอด 28 วัน โดยไม่ครอบคลุมถึงสถานการณ์ฉุกเฉินที่ทำให้ความต้องการกำลังคนเปลี่ยนแปลงไป

#### 3.2.2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปกติ

การกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการจัดการตารางการทำงานในสถานการณ์ปกติของแผนกฉุกเฉินทำได้โดยมุ่งวัตถุประสงค์ไปที่ความเท่าเทียมกันในการทำงานของพยาบาลทุกคน เนื่องจากพบว่าในโรงพยาบาลที่ไม่มุ่งเน้นผลประกอบการ หรือแม้กระทั่งโรงพยาบาลเอกชนที่เน้นผลประกอบการ บุคลากรพยาบาลมักทำงานด้วยความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ได้คำนึงถึงหรือเรียกร้องรายได้พิเศษจากการทำงาน โดยจัดการตารางการทำงานของพยาบาล 28 วัน วันละ 3 กะ ได้แบบจำลอง Integer Programming (IP) ดังต่อไปนี้

เซต (Sets)

- $N$  =  $\{1, 2, \dots, n\}$  คือ เซตของพยาบาล โดยที่  $n$  คือจำนวนพยาบาลที่ต้องทำการจัดการตารางงาน
- $S$  =  $\{1, 2, 3\}$  คือ เซตของกะทำงานที่ต้องทำการจัดการตารางงานใน 1 วัน
- $DAY$  =  $\{1, 2, \dots, 28\}$  คือ เซตของวันที่ต้องทำการจัดการตารางงาน
- $C_1$  =  $\{1, 8, 15, 22\}$  คือ เซตของวันเริ่มต้นของสัปดาห์

ตัวแปร (Variables)

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าพยาบาล } i \in N \text{ ทำงานในกะ } j \in S \text{ ในวันที่ } k \in DAY \\ 0 & \text{อื่น ๆ} \end{cases}$$

$MAX_j$  คือ ภาระงานมากที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายในกะ  $j \in S$

$MIN_j$  คือ ภาระงานน้อยที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายในกะ  $j \in S$

$MAXDUTY$  คือ ภาระงานมากที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายรวมทุกกะ

$MINDUTY$  คือ ภาระงานน้อยที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายรวมทุกกะ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการกำหนดค่า  $MAX_j$ ,  $MIN_j$ ,  $MAXDUTY$  และ  $MINDUTY$

พยาบาล คนที่	ภาระงานของพยาบาลใน 28 วัน									
	กะที่	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
1	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7
2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
3	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
รวม	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

- \* จะเห็นได้ว่า  $MAX_1$  เท่ากับ 8  $MIN_1$  เท่ากับ 7  
 $MAX_2$  และ  $MIN_2$  เท่ากับ 7  
 $MAX_3$  เท่ากับ 6  $MIN_3$  เท่ากับ 5  
 $MAXDUTY$  และ  $MINDUTY$  เท่ากับ 20

พารามิเตอร์ (Parameters)

$D_{jk}$  คือ ความต้องการกำลังคนในกะ  $j \in S$  ในวันที่  $k \in DAY$

$A_{ik}$  คือ การมาทำงานได้ของพยาบาล  $i \in N$  ในวันที่  $k \in DAY$

**แบบจำลอง (Model)**

$$\text{Minimize } RANK = \sum_{j \in S} (MAX_j - MIN_j) + (MAXDUTY - MINDUTY) \quad (1)$$

Subject to

$$MAX_j \geq \sum_{k \in DAY} X_{ijk} \quad , \forall i \in N, \forall j \in S \quad (2)$$

$$MIN_j \leq \sum_{k \in DAY} X_{ijk} \quad , \forall i \in N, \forall j \in S \quad (3)$$

$$MAXDUTY \geq \sum_{k \in DAY} \sum_{j \in S} X_{ijk} \quad , \forall i \in N \quad (4)$$

$$MINDUTY \leq \sum_{k \in DAY} \sum_{j \in S} X_{ijk} \quad , \forall i \in N \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ijk} \geq D_{jk} \quad , \forall j \in S, \forall k \in DAY \quad (6)$$

$$\sum_k \sum_{j \in S} X_{ijk} \leq 5 \quad , \forall i \in N, k \in [1,2,\dots,23] \quad (7)$$

$$X_{i3k} + X_{i1(k+1)} + X_{i2(k+1)} \leq 1 \quad , \forall i \in N, \forall k \in [1,2,\dots,27] \quad (8)$$

$$\sum_k^{k+3} X_{ijk} \leq 3$$

$$, \forall i \in N, \forall j \in S, k \in [1,2,\dots,25] \quad (9)$$

$$\sum_k^{k+3} \sum_{j \in S} X_{ijk} \geq 1 \quad , \forall i \in N, k \in [1,2,\dots,25] \quad (10)$$

$$\sum_{j \in S} X_{ijk} \leq A_{ik} \quad , \forall i \in N, \forall k \in DAY \quad (11)$$

$$\sum_k^{k+6} \sum_{j \in S} X_{ijk} \geq 2 \quad , \forall i \in N, k \in C_1 \quad (12)$$

$$\sum_k^{k+6} \sum_{j \in S} X_{ijk} \leq 5 \quad , \forall i \in N, k \in C_1 \quad (13)$$

$$X_{ijk} \in \{0,1\} \quad (14)$$

$$MAX_j \geq 0 \quad , \forall j \in S \quad (15)$$

$$MIN_j \geq 0 \quad , \forall j \in S \quad (16)$$

$$MAXDUTY \geq 0 \quad (17)$$

$$MINDUTY \geq 0 \quad (18)$$

โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (1) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความแตกต่างระหว่างการมอบหมายภาระงานในแต่ละกะงานใน 28 วัน และภาระงานรวมทุกกะใน 28 วันของพยาบาลแต่ละคนให้ต่ำที่สุด เงื่อนไขบังคับ (2)-(5) ใช้สำหรับกำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุด และน้อยที่สุดในการมอบหมายภาระงานในแต่ละกะงาน และภาระงานรวม

โดยที่เงื่อนไขบังคับ (2) ใช้กำหนด จำนวนครั้งที่มากที่สุดในการมอบหมายภาระงานในแต่ละกะงานประกอบด้วย กะเช้า กะบ่าย และกะดึกใน 28 วันให้แก่พยาบาล เงื่อนไขบังคับ (3) ใช้กำหนด จำนวนครั้งที่น้อยที่สุดในการมอบหมายภาระงานในแต่ละกะงานประกอบด้วย กะเช้า กะบ่าย และกะดึกใน 28 วันให้แก่พยาบาล

เงื่อนไขบังคับ (4) ใช้กำหนด จำนวนครั้งที่มากที่สุดในการมอบหมายภาระงานรวมทุกกะใน 28 วันให้แก่พยาบาล เงื่อนไขบังคับ (5) ใช้กำหนด จำนวนครั้งที่น้อยที่สุดในการมอบหมายภาระงานรวมทุกกะใน 28 วันให้แก่พยาบาล เงื่อนไขบังคับ (6) ใช้สำหรับบังคับให้จัดตารางงานให้มีพยาบาลทำงานจริงไม่น้อยกว่าความต้องการพยาบาลที่กำหนด เงื่อนไขบังคับ (7) ใช้สำหรับบังคับให้ใน 6 วันทำงานที่ติดกันพยาบาลจะทำงานติดกันได้มากที่สุด 5 วันเท่านั้น เงื่อนไขบังคับ (8) บังคับให้พยาบาลที่ได้รับการจัดสรรงานกะกลางคืนได้หยุดงานในกะเช้า และกะบ่ายของวันถัดไป เงื่อนไขบังคับ (9) บังคับให้พยาบาลแต่ละคนได้รับการจัดสรรกะงานประเภทเดียวกันติดกันได้ไม่เกิน 3 ครั้ง หรือ 3 วันติดกันเท่านั้น เช่น พยาบาลคนที่ 1 ได้รับการมอบหมายงานในกะเช้าของวันที่ 1, 2, 3 แล้วในวันที่ 4 จะได้รับการจัดงานในกะเช้าอีกไม่ได้ จะได้รับจัดได้คือ กะบ่าย กะดึก หรือ วันหยุดเท่านั้น ดังแสดงในรูป 3.1 เงื่อนไขบังคับ (10) บังคับให้พยาบาลแต่ละคนได้รับวันหยุดติดกันไม่เกิน 3 วัน

เงื่อนไขบังคับ (11) ใช้บังคับให้ในสภาวะปกติพยาบาลได้รับการจัดสรรงานได้ 1 กะในวันที่พยาบาลคนนั้นถูกกำหนดว่ามาทำงานได้ เงื่อนไขบังคับ (12) ใช้กำหนดให้ในสภาวะปกติพยาบาลต้องได้รับการจัดสรรงานให้อย่างน้อย 2 วันและเงื่อนไขบังคับ (13) ใช้กำหนดให้ในสภาวะปกติพยาบาลต้องได้รับการจัดสรรงานให้ไม่เกิน 5 วันในแต่ละสัปดาห์ (ถูกรอบ 7 วัน)

วันที่	1	2	3	4
/กะ				
เช้า	1	1	1	0*
บ่าย	0	0	0	
ดึก	0	0	0	

รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการจัดสรรงานของพยาบาลคนที่ 1 ตามเงื่อนไขบังคับ (9)

\*กะเช้าของวันที่ 4 ต้องไม่ได้รับการจัดสรรงานตามเงื่อนไขบังคับ (9)

### 3.2.3 รูปแบบของปัญหาการจัดการตารางงานของพยาบาลในแผนกฉุกเฉินในสถานการณ์ฉุกเฉิน

#### 3.2.3.1 ปัญหาการจัดการตารางงานของพยาบาลในแผนกฉุกเฉินในสถานการณ์ฉุกเฉิน

เนื่องจากสภาวะฉุกเฉินอาจเกิดขึ้นที่วันใดก็ได้ และ ทำให้ความต้องการกำลังคนเปลี่ยนแปลงไป เป็นช่วงเวลานึงจนกว่าจะหมดภาระงานที่ต้องให้การดูแลผู้ป่วยเป็นพิเศษ การที่ความต้องการกำลังคนเปลี่ยนแปลงไปนี้ทำให้พยาบาลที่ถูกเรียกตัวในสภาวะฉุกเฉินได้รับการระดมมากกว่าพยาบาลคนอื่นๆ ซึ่งจะผิดไปจากวัตถุประสงค์ จึงต้องทำการปรับตารางการทำงานในส่วนหลังจากวันที่เกิด สถานการณ์อีกครั้ง เพื่อให้พยาบาลได้รับการระดมเท่าเทียมกัน

#### 3.2.3.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในสถานการณ์ฉุกเฉิน

การกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในสภาวะฉุกเฉินมุ่งเน้นเพื่อคงวัตถุประสงค์เดิมคือความเท่าเทียมกันในการทำงานของพยาบาลทุกคน และข้อกำหนดในการทำงานบางประการจะเปลี่ยนแปลงไปในกรณีที่มีเหตุการณ์ฉุกเฉิน ได้แก่ การยกเว้นเงื่อนไขบังคับที่ (8) และ (11) ในระยะเวลา 7 วันแรกที่เกิดเหตุฉุกเฉิน และกำหนดให้ สามารถจัดสรรงานให้พยาบาลได้ 3 กะวันที่พยาบาลคนนั้นกำหนดว่ามาทำงานได้ และพยาบาลแต่ละคนจะต้องได้รับการจัดสรรงานไม่เกิน 30 กะงานใน 28 วันในช่วงเวลาของการจัดการตารางการทำงาน 28 วันเดิม และเพิ่มเงื่อนไขบังคับ และสมการวัตถุประสงค์สำหรับ 28 วันนับแต่วันที่เกิดสถานการณ์ฉุกเฉินด้วย โดยทำการจัดการตารางการทำงานของพยาบาล หลังจากเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้นแล้วซึ่งได้แบบจำลอง Integer Programming (IP) ดังต่อไปนี้



**เซต (Sets)**

$N = \{1, 2, \dots, n\}$  คือ เซตของพยาบาล โดยที่  $n$  คือจำนวนพยาบาลที่ต้องทำการจัดตารางงาน

$S = \{1, 2, 3\}$  คือ เซตของกะทำงานที่ต้องทำการจัดตารางงานใน 1 วัน

$DAY = \{1, 2, \dots, 28\}$  คือ เซตของวันที่ทำการจัดตารางงานเดิม

$ED = \{1, 2, \dots, 28\}$  คือ เซตของวันที่อยู่ในช่วงหลังการเกิดกรณีฉุกเฉิน

**ตัวแปร (Variables)**

$$Y_{ijl} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าพยาบาล } i \in N \text{ ทำงานในกะ } j \in S \text{ ในวัน } l \in ED \\ 0 & \text{อื่นๆ} \end{cases}$$

$Z_{ijl}$  คือ ผลรวมของตัวแปร  $Y_{ijl}$  จากรอบการทำงานใหม่พารามิเตอร์  $X_{ijk}$  จากรอบการทำงานเดิม

$MAXA_j$  คือ ภาระงานมากที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายในกะ  $j \in S$  ในรอบการทำงานเดิม

$MINA_j$  คือ ภาระงานน้อยที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายในกะ  $j \in S$  ในรอบการทำงานเดิม

$MAXB_j$  คือ ภาระงานมากที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายในกะ  $j \in S$  ในรอบการทำงานใหม่

$MINB_j$  คือ ภาระงานน้อยที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายในกะ  $j \in S$  ในรอบการทำงานใหม่

$MAXDUTYA$  คือ ภาระงานมากที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายรวมทุกกะ ในรอบการทำงานเดิม

$MINDUTYA$  คือ ภาระงานน้อยที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายรวมทุกกะ ในรอบการทำงานเดิม

$MAXDUTYB$  คือ ภาระงานมากที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายรวมทุกกะ ในรอบการทำงานใหม่

$MINDUTYB$  คือ ภาระงานน้อยที่สุดที่พยาบาลได้รับมอบหมายรวมทุกกะ ในรอบการทำงานใหม่

**พารามิเตอร์ (Parameters)**

$X_{ijk}$  คือ งานที่พยาบาล  $i \in N$  ได้รับมอบหมายงานในกะ  $j \in S$  ในวัน  $k \in DAY$  จากรอบการทำงานเดิม

$D_{jl}$  คือ ความต้องการกำลังคนในกะ  $j \in S$  ในวัน  $l \in ED$

$A_{il}$  คือ การมาทำงานได้ของพยาบาล  $i \in N$  ในวัน  $l \in ED$

## แบบจำลอง (Model)

Minimize

$$\begin{aligned} Rank = & \sum_{j \in S} (MAXA_j - MINA_j) + \sum_{j \in S} (MAXB_j - MINB_j) + (MAXDUTYA - MINDUTYA) \\ & + (MAXDUTYB - MINDUTYB) \end{aligned} \quad (19)$$

Subject to

$$Z_{ijl} = Y_{ijl} + X_{ij(l+p)} \quad , \forall i \in N, \forall j \in S, \forall l \in [1, 2, \dots, 28 - p] \quad (20)$$

$$MAXA_j \geq \sum_{l=1}^{28-p} Y_{ijl} + \sum_{k \in DAY} X_{ijk} \quad , \forall i \in N, \forall j \in S \quad (21)$$

$$MAXB_j \geq \sum_{l \in ED} Y_{ijl} + \sum_{k=p+1}^{28} X_{ijk} \quad , \forall i \in N, \forall j \in S \quad (22)$$

$$MINA_j \leq \sum_{l=1}^{28-p} Y_{ijl} + \sum_{k \in DAY} X_{ijk} \quad , \forall i \in N, \forall j \in S \quad (23)$$

$$MINB_j \leq \sum_{l \in ED} Y_{ijl} + \sum_{k=p+1}^{28} X_{ijk} \quad , \forall i \in N, \forall j \in S \quad (24)$$

$$MAXDUTYA \geq \sum_{l=1}^{28-p} \sum_{j \in S} Y_{ijl} + \sum_{k \in DAY} \sum_{j \in S} X_{ijk} \quad , \forall i \in N \quad (25)$$

$$MAXDUTYB \geq \sum_{l \in ED} \sum_{j \in S} Y_{ijl} + \sum_{k=p+1}^{28} \sum_{j \in S} X_{ijk} \quad , \forall i \in N \quad (26)$$

$$MINDUTYA \leq \sum_{l=1}^{28-p} \sum_{j \in S} Y_{ijl} + \sum_{k \in DAY} \sum_{j \in S} X_{ijk} \quad , \forall i \in N \quad (27)$$

$$MINDUTYB \leq \sum_{l \in ED} \sum_{j \in S} Y_{ijl} + \sum_{k=p+1}^{28} \sum_{j \in S} X_{ijk} \quad , \forall i \in N \quad (28)$$

$$\sum_{i=1}^n Z_{ijl} \geq D_{jl} \quad , \forall j \in S, \forall l \in [1, 2, \dots, 28 - p] \quad (29)$$

$$\sum_{i=1}^n Y_{ijl} \geq D_{jl} \quad , \forall j \in S, \forall l \in [29 - p, \dots, 28] \quad (30)$$

$$\sum_{l=p+1}^{p+7} \sum_{j \in S} Z_{ijl} \leq 9 \quad , \forall i \in N \quad (31)$$

$$\sum_{l=29-p}^{35-p-m} \sum_{j \in S} Y_{ijl} + \sum_{l=29-p-m}^{28-p} \sum_{j \in S} Z_{ijl} \leq 5 \quad , \forall i \in N, \forall m \in [1, 2, \dots, 6] \quad (32)$$

$$\sum_l^{l+6} \sum_{j \in S} Z_{ijl} \leq 5 \quad , \forall i \in N, \forall l \in [8, 9, \dots, 22 - p] \quad (33)$$

$$\sum_l^{l+6} \sum_{j \in S} Z_{ijl} \leq 5 \quad , \forall i \in N, \forall l \in [29 - p, \dots, 23] \quad (34)$$

$$Z_{i3l} + Z_{i1(l+1)} + Z_{i2(l+1)} \leq 1, \forall i \in N, \forall l \in [7, 8, \dots, 28 - p] \quad (35)$$

$$Z_{i3(28-p)} + Y_{i1(29-p)} + Y_{i2(29-p)} \leq 1, \forall i \in N \quad (36)$$

$$Y_{i3l} + Y_{i1(l+1)} + Y_{i2(l+1)} \leq 1, \forall i \in N, \forall l \in [29 - p, \dots, 27] \quad (37)$$

$$\sum_{j=3-m}^3 Z_{ijl} + \sum_{j=1}^{3-m} Z_{ij(l+1)} \leq 3, \forall i \in N, \forall l \in [1, 2, \dots, 6], \forall m \in [1, 2] \quad (38)$$

$$\sum_{l=29-p}^{32-p-m} Y_{ijl} + \sum_{l=29-p-m}^{28-p} Z_{ijl} \leq 3, \forall i \in N, \forall j \in S, \forall m \in [1, 2, 3] \quad (39)$$

$$\sum_l^{l+3} Z_{ijl} \leq 3, \forall i \in N, \forall j \in S, \forall l \in [1, 2, \dots, 25 - p] \quad (40)$$

$$\sum_l^{l+3} Y_{ijl} \leq 3, \forall i \in N, \forall j \in S, \forall l \in [29 - p, \dots, 25] \quad (41)$$

$$\sum_{l=29-p}^{32-p-m} Y_{ijl} + \sum_{l=29-p-m}^{28-p} Z_{ijl} \geq 1, \forall i \in N, \forall j \in S, \forall m \in [1, 2, 3] \quad (42)$$

$$\sum_l^{l+3} Z_{ijl} \geq 1, \forall i \in N, \forall j \in S, \forall l \in [1, 2, \dots, 25 - p] \quad (43)$$

$$\sum_l^{l+3} Y_{ijl} \geq 1, \forall i \in N, \forall j \in S, \forall l \in [29 - p, 2, \dots, 25] \quad (44)$$

$$\sum_{j \in S} Z_{ijl} \leq 3A_{il}, \forall i \in N, \forall l \in [1, 2, \dots, 7] \quad (45)$$

$$\sum_{j \in S} Z_{ijl} \leq A_{il}, \forall i \in N, \forall l \in [8, 9, \dots, 28 - p] \quad (46)$$

$$\sum_{j \in S} Y_{ijl} \leq A_{il}, \forall i \in N, \forall l \in [29 - p, \dots, 28] \quad (47)$$

$$\sum_{l=1}^{28-p} \sum_{j \in S} Y_{ijl} + \sum_{k \in DAY} \sum_{j \in S} X_{ijk} \leq 30, \forall i \in N \quad (48)$$

$$\sum_{l \in ED} \sum_{j \in S} Y_{ijl} + \sum_{k=1}^p \sum_{j \in S} X_{ijk} \leq 20, \forall i \in N \quad (49)$$

$$Y_{ijl} \in \{0, 1\} \quad (50)$$

$$Z_{ijl} \in \{0, 1\} \quad (51)$$

$$MAXA_j \geq 0, \forall j \in S \quad (52)$$

$$MINA_j \geq 0, \forall j \in S \quad (53)$$

$$MAXB_j \geq 0, \forall j \in S \quad (54)$$

$$MINB_j \geq 0, \forall j \in S \quad (55)$$

$$MAXDUTYA \geq 0 \quad (56)$$

$$MINDUTYA \geq 0 \quad (57)$$

$$MAXDUTYB \geq 0 \quad (58)$$

$$MINDUTYB \geq 0 \quad (59)$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (19) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความแตกต่างระหว่างการมอบหมายภาระงานในแต่ละกะงานใน 28 วัน และภาระงานรวมทุกกะใน 28 วันของพยาบาลแต่ละคนให้ต่ำที่สุด

เงื่อนไขบังคับ (20) ใช้ในการกำหนดค่าผลรวมของงานที่จัดสรรให้พยาบาลในช่วงเวลาเดิม และช่วงเวลาใหม่ที่มีส่วนคาบเกี่ยวกัน โดย  $p$  คือ วันสุดท้ายของสภาวะปกติ หรือวันก่อนเกิดสภาวะฉุกเฉิน 1 วัน

เงื่อนไขบังคับ (21)-(28) ใช้สำหรับกำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุด และน้อยที่สุดในการมอบหมายภาระงานแต่ละประเภทของกะงาน และภาระงานรวม

โดยที่เงื่อนไขบังคับ (21)-(22) ใช้กำหนด จำนวนครั้งที่มากที่สุดในการมอบหมายภาระงานแต่ละประเภทของกะงานประกอบด้วย กะเช้า กะบ่าย และกะดึกใน 28 วันทั้งในรอบการทำงานเดิม และรอบการทำงานใหม่ให้แก่พยาบาล เงื่อนไขบังคับ (23)-(24) ใช้กำหนดจำนวนครั้งน้อยที่สุดในการมอบหมายภาระงานแต่ละประเภทของกะงานประกอบด้วย กะเช้า กะบ่าย และกะดึกใน 28 วันทั้งในรอบการทำงานเดิม และรอบการทำงานใหม่ให้แก่พยาบาล เงื่อนไขบังคับ (25)-(26) ใช้กำหนด ค่ามากที่สุดในการมอบหมายภาระงานรวมทุกกะใน 28 วันทั้งในรอบการทำงานเดิม และรอบการทำงานใหม่ให้แก่พยาบาล เงื่อนไขบังคับ (27)-(28) ใช้กำหนด จำนวนครั้งทีน้อยที่สุดในการมอบหมายภาระงานรวม 28 วันทั้งในรอบการทำงานเดิม และรอบการทำงานใหม่ให้แก่พยาบาล

เงื่อนไขบังคับ (29)-(30) ใช้สำหรับบังคับให้จัดตารางงานให้มีพยาบาลทำงานจริงไม่น้อยกว่าความต้องการพยาบาลที่กำหนด เงื่อนไขบังคับ (31) ในสถานการณ์ฉุกเฉินพยาบาลสามารถทำงานได้ไม่เกิน 9 กะ ใน 7 วัน เงื่อนไขบังคับ (32)-(34) ใช้สำหรับบังคับให้เมื่อพ้นจากสถานการณ์ฉุกเฉินใน 7 วันทำงานที่ติดกันพยาบาลจะทำงานติดกันได้มากที่สุด 5 วันเท่านั้น

เงื่อนไขบังคับ (35)-(37) บังคับให้พยาบาลที่ได้รับการจัดสรรงานกะกลางคืนได้หยุดงานในกะเช้า และกะบ่ายของวันถัดไป เมื่อขึ้นสัปดาห์ที่ 2 หลังเกิดภาวะฉุกเฉิน เงื่อนไขบังคับ (38) อนุญาตให้พยาบาลสามารถทำงานติดต่อกันได้ 3 กะ แต่ไม่อนุญาตให้ทำติดกันรวม 4 กะภายในสัปดาห์แรก หลังเกิดภาวะฉุกเฉินเท่านั้น

เงื่อนไขบังคับ (39)-(41) บังคับให้พยาบาลแต่ละคนได้รับการจัดสรรกะงานประเภทเดียวกันติดกันได้ไม่เกิน 3 ครั้ง หรือ 3 วันติดกันเท่านั้น เงื่อนไขบังคับ (42)-(44) บังคับให้พยาบาลแต่ละคนได้รับวันหยุดติดกันไม่เกิน 3 วัน

โดย เงื่อนไขบังคับ (45) ใช้บังคับให้ในสถานะฉุกเฉินพยาบาลได้รับการจัดสรรงานได้ 3 กะ ในวันที่พยาบาลคนนั้นถูกกำหนดให้สามารถทำงานได้ เงื่อนไขบังคับ (46)-(47) ใช้บังคับให้ในสถานะปกติพยาบาลได้รับการจัดสรรงานได้ 1 กะ ในวันที่พยาบาลคนนั้นถูกกำหนดให้สามารถทำงานได้

เงื่อนไขบังคับ (48)-(49) ใช้บังคับให้เมื่อเกิดสถานะฉุกเฉินและหลังจากเกิดสถานะฉุกเฉินพยาบาลแต่ละคนจะต้องได้รับการจัดสรรงานไม่เกิน 30 กะงานใน 28 วันในรอบการทำงานเดิม และไม่เกิน 20 กะงานใน 28 วันในรอบการทำงานใหม่

## การวิเคราะห์ปัญหา และพัฒนาวิธีค้นหาคำตอบ

ในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการพัฒนาวิธีการหาคำตอบของปัญหา โดยมุ่งศึกษาปัญหาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลในแผนกฉุกเฉินทั้งในสภาวะปกติ และทำการปรับปรุงเพื่อใช้ในสภาวะฉุกเฉิน โดยจะนำเสนอสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการกระจายภาระงานอย่างยุติธรรม คือการลดความแตกต่างระหว่างภาระงานที่ได้รับของพยาบาลในแต่ละคนให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

### 3.1 ลักษณะการทำงาน การจัดตารางการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในแผนกอุบัติเหตุ และฉุกเฉิน

จากปัญหาที่ความต้องการกำลังคนเพิ่มสูงขึ้นกะทันหัน หรือขาดแคลนพยาบาลเนื่องจากเหตุสุดวิสัยต่างๆ จะทำให้งานของพยาบาลที่ทำงานในกะทำงานหรือวันทำงานนั้นๆ หนักขึ้นเนื่องจากสัดส่วนของงาน และสัดส่วนของจำนวนผู้ป่วยต่อจำนวนพยาบาลเพิ่มสูงขึ้นอาจเกินกำลังของพยาบาลที่มาปฏิบัติงาน และรักษาพยาบาลได้ไม่ทันทั่วถึง หรือเกิดความเหนื่อยล้าจนประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วยลดลง ซึ่งในกรณีผู้ป่วยในแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉินนี้บางส่วนอาจเป็นผู้ป่วยที่ต้องการความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดการพิการ หรือต้องได้รับการกู้ชีวิต โดยด่วนเพื่อรักษาชีวิตของผู้ป่วยไว้ การขาดแคลนกำลังคนในแผนกอุบัติเหตุ และฉุกเฉินจึงอาจส่งผลกระทบต่ออาการป่วยของผู้ป่วยในระยะยาว หรืออาจทำให้ถึงแก่ชีวิตของผู้ป่วยได้

ปัญหาการจัดตารางพยาบาล ในขณะที่เกิดภาวะวิกฤติ และหลังจากเกิดภาวะวิกฤติที่จะเกิดขึ้นนั้น ได้แก่ กรณีที่มีความต้องการกำลังคนเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดภาวะวิกฤติ ทำให้จำนวนงานที่พยาบาลเหล่านั้นได้รับเปลี่ยนแปลงไปจาก จำนวนงานที่คำนวณไว้เดิม การจัดตารางการทำงานที่จัดไว้ก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์วิกฤติ จะทำให้การเฉลี่ยภาระงานแก่พยาบาล เกิดความไม่เท่าเทียมกัน การแก้ปัญหาภาระงานที่ไม่เท่าเทียมกันนี้ทำได้โดย การจัดตารางงานตามความต้องการพยาบาลในแผนก แล้วจัดตารางการทำงานของพยาบาลใหม่ทั้งในช่วงเวลาฉุกเฉิน และช่วงเวลาหลังจากเกิดสถานการณ์ฉุกเฉินให้มีการเฉลี่ยภาระงานที่ดีให้กับพยาบาลประจำแผนกทุกคน

