

# Sortowanie Szybkie

QuickSort

3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1. Wybieramy pivot

3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

# 1. Wybieramy pivot

Wartość (element) definiująca podział.

Zazwyczaj: element środkowy, pierwszy, losowy, mediana z trzech elementów...

Jego wybór jest kluczowy dla skuteczności algorytmu.

3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

1. Wybieramy **pivot** = 5

3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

# 1. Wybieramy **pivot** = 5

Elementy tablicy możemy podzielić (umownie) na:

3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

# 1. Wybieramy **pivot** = 5

Elementy tablicy możemy podzielić (umownie) na:

- **Mniejsze od wartości pivot**

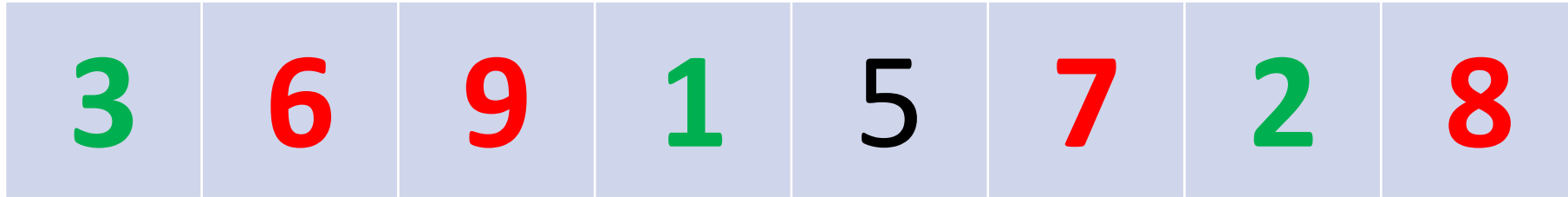
3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

# 1. Wybieramy **pivot** = 5

Elementy tablicy możemy podzielić (umownie) na:

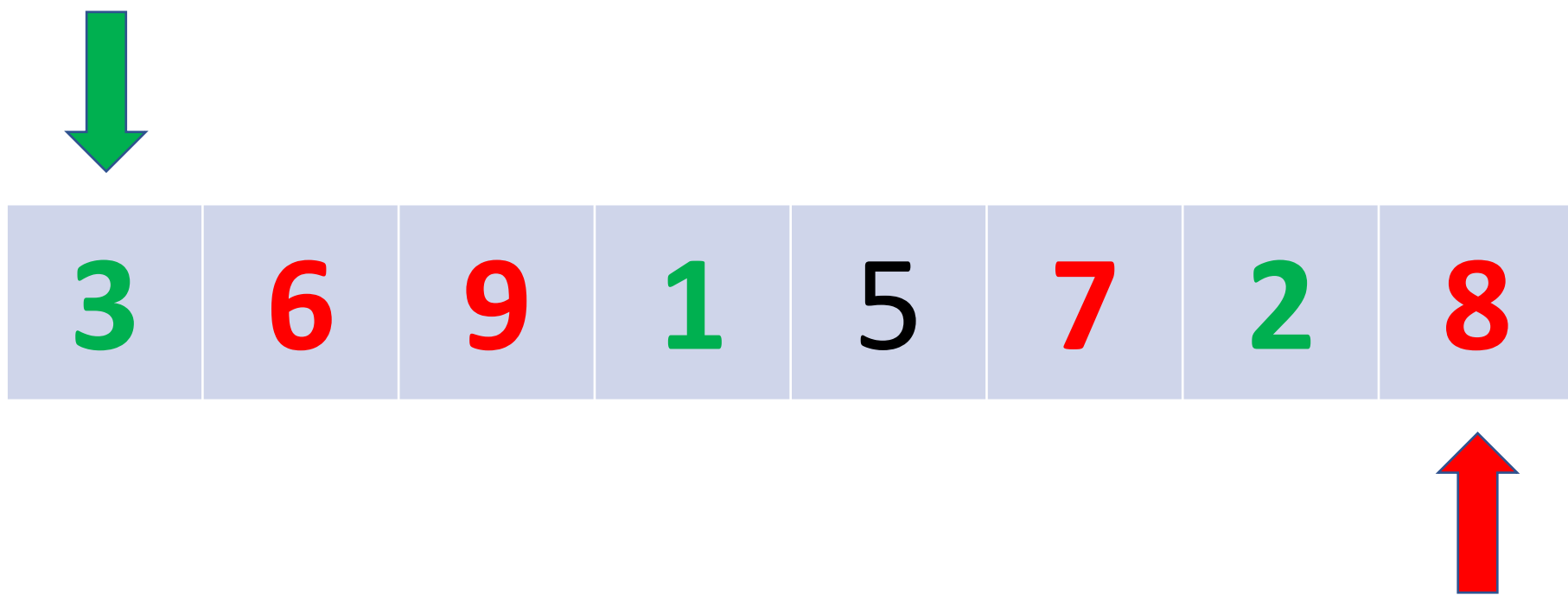
- **Mniejsze od wartości pivot**
- **Większe od wartości pivot**

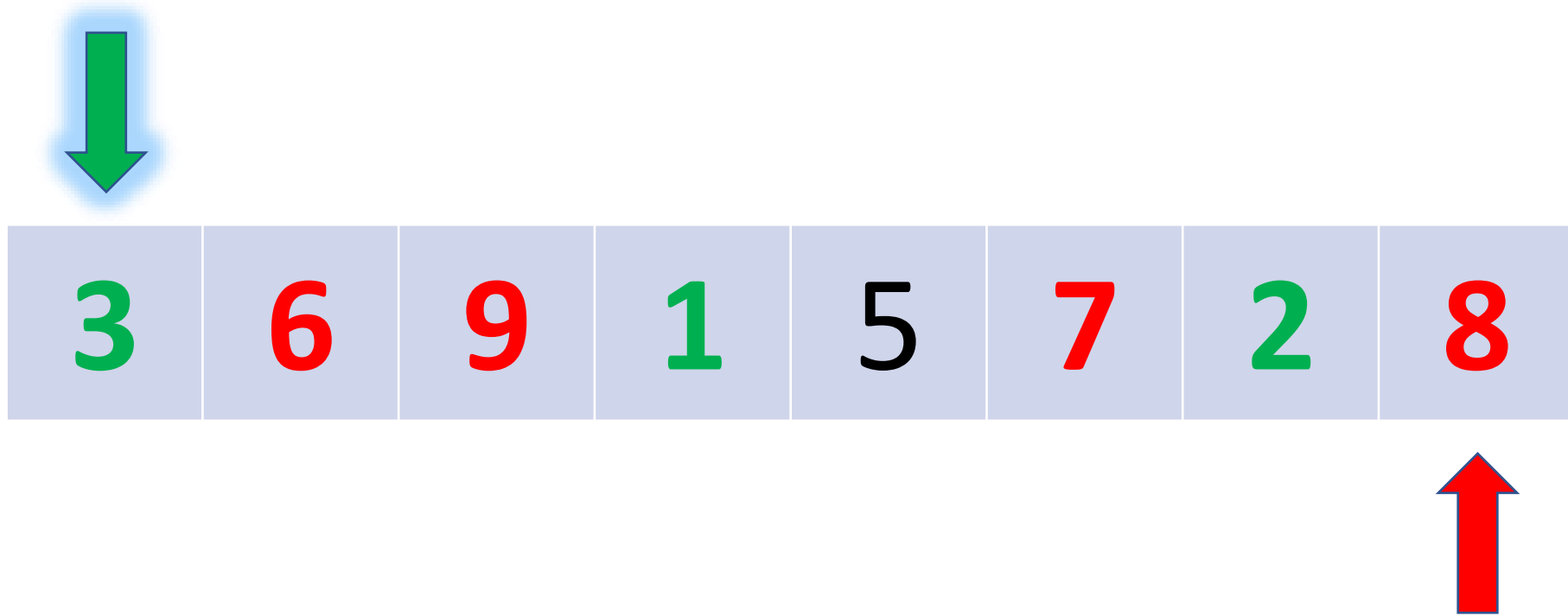


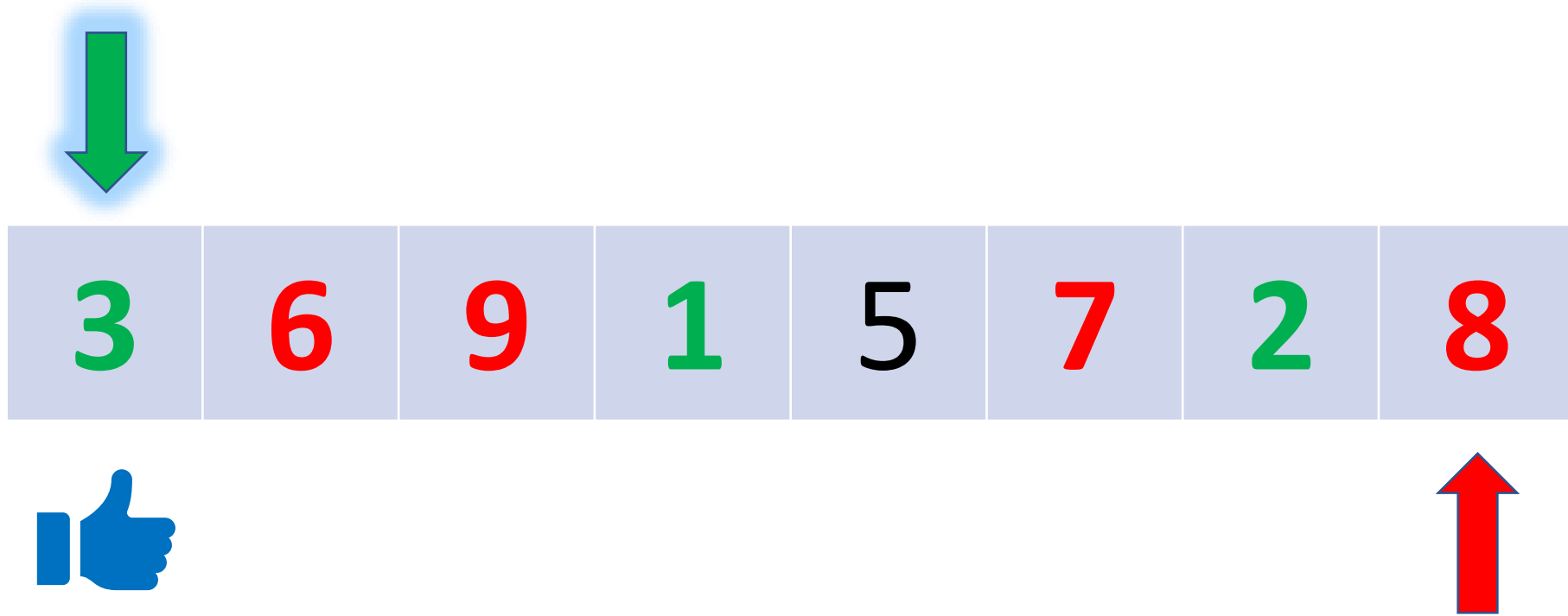


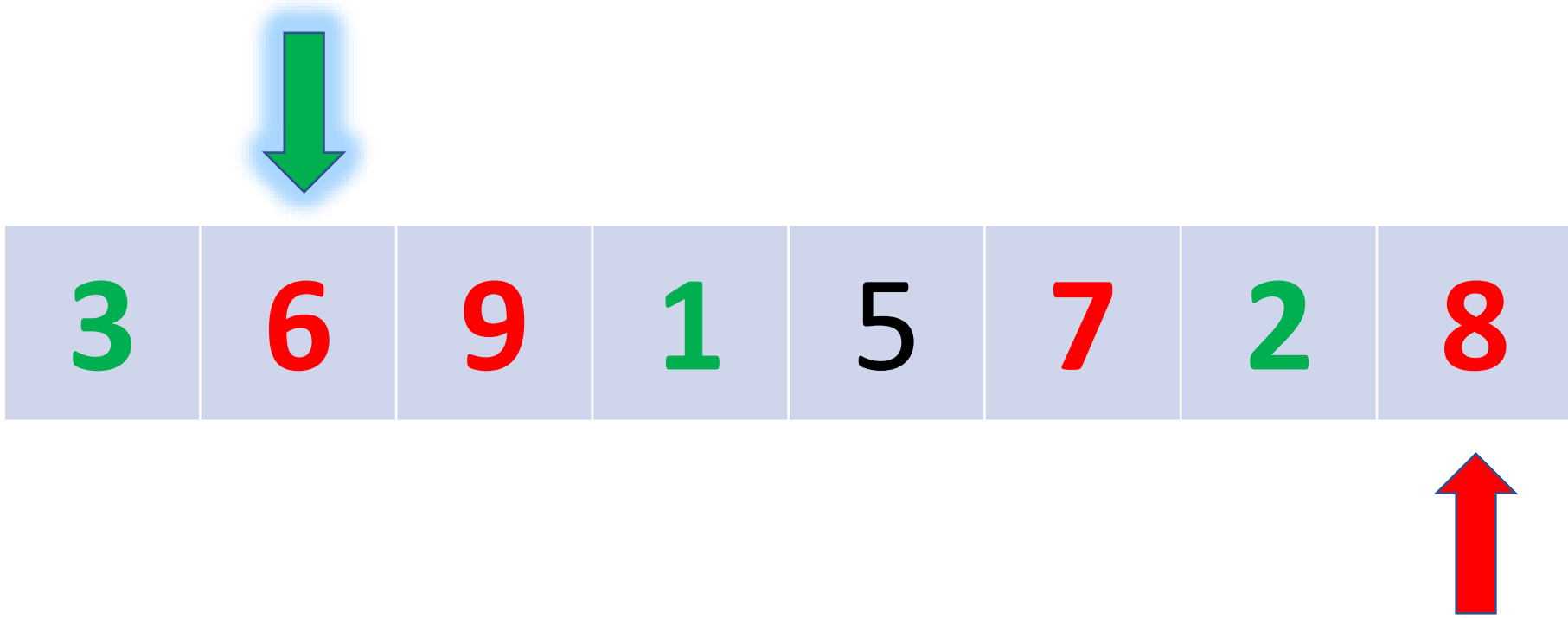
1. Wybieramy **pivot** = 5
2. Elementy mniejsze na lewo  
Elementy większe na prawo

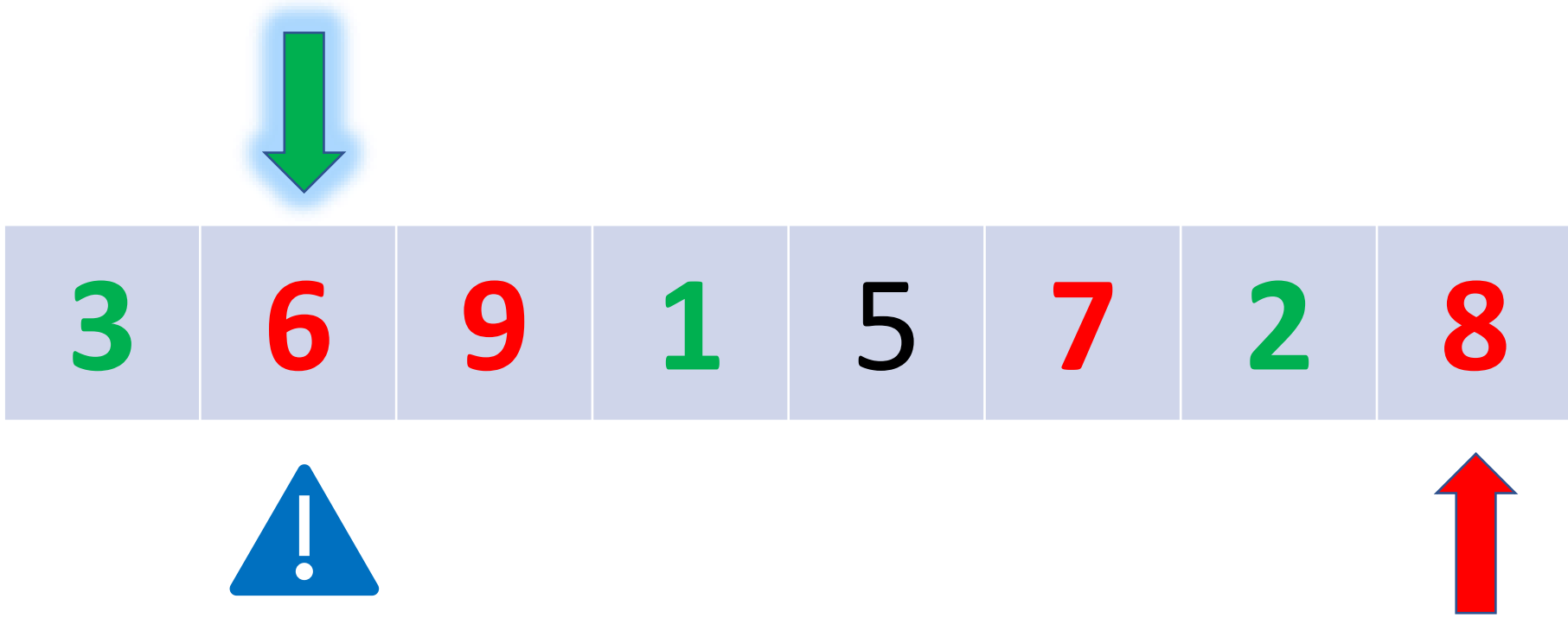
3	6	9	1	5	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---

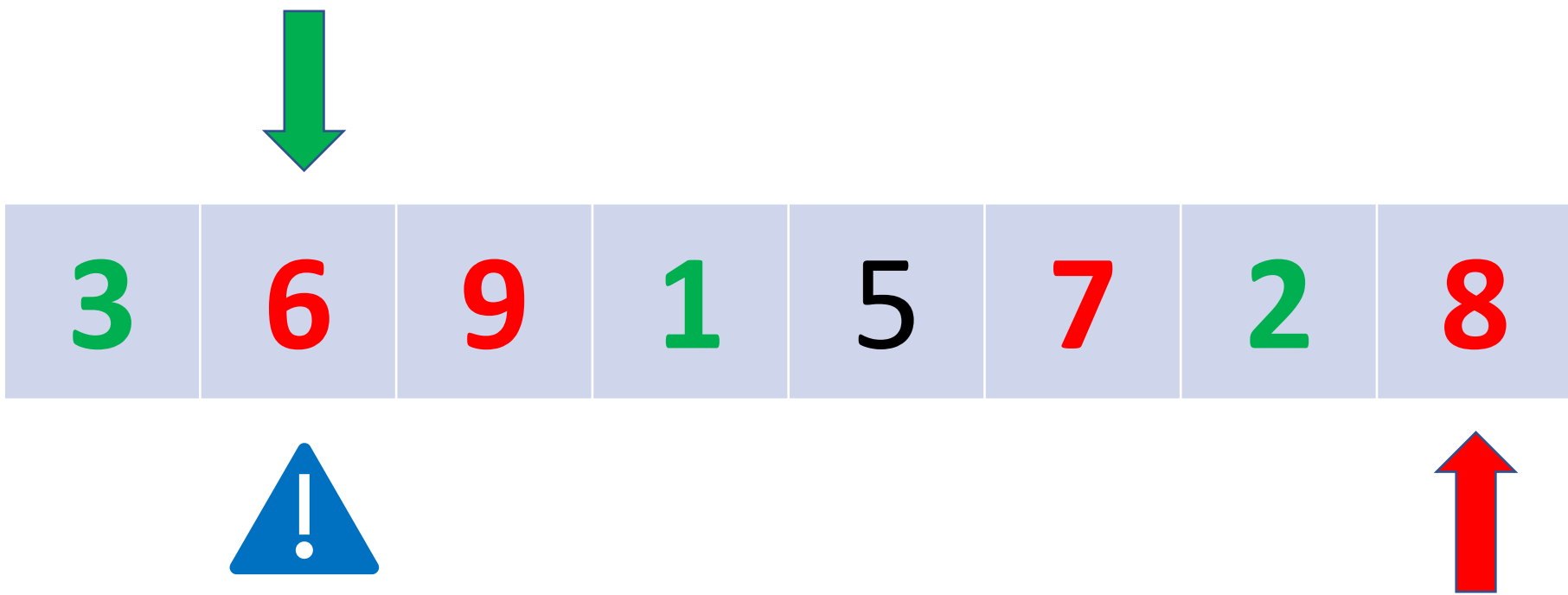




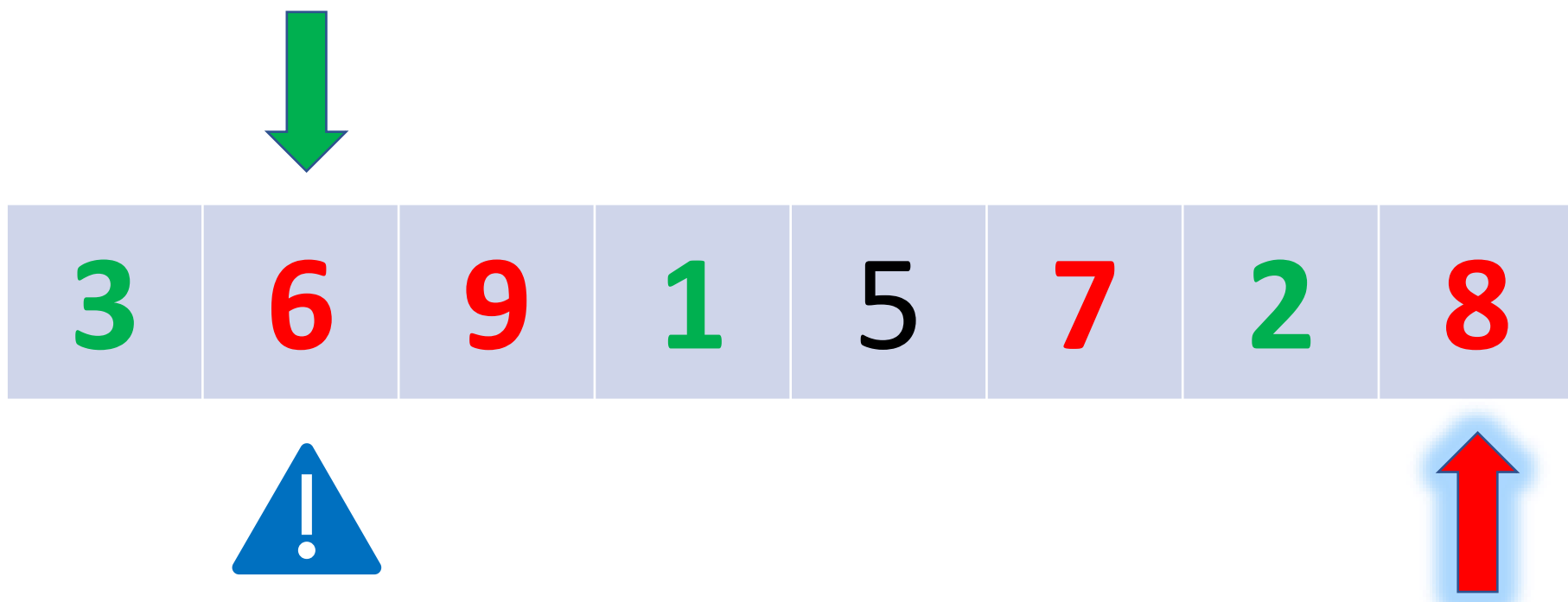


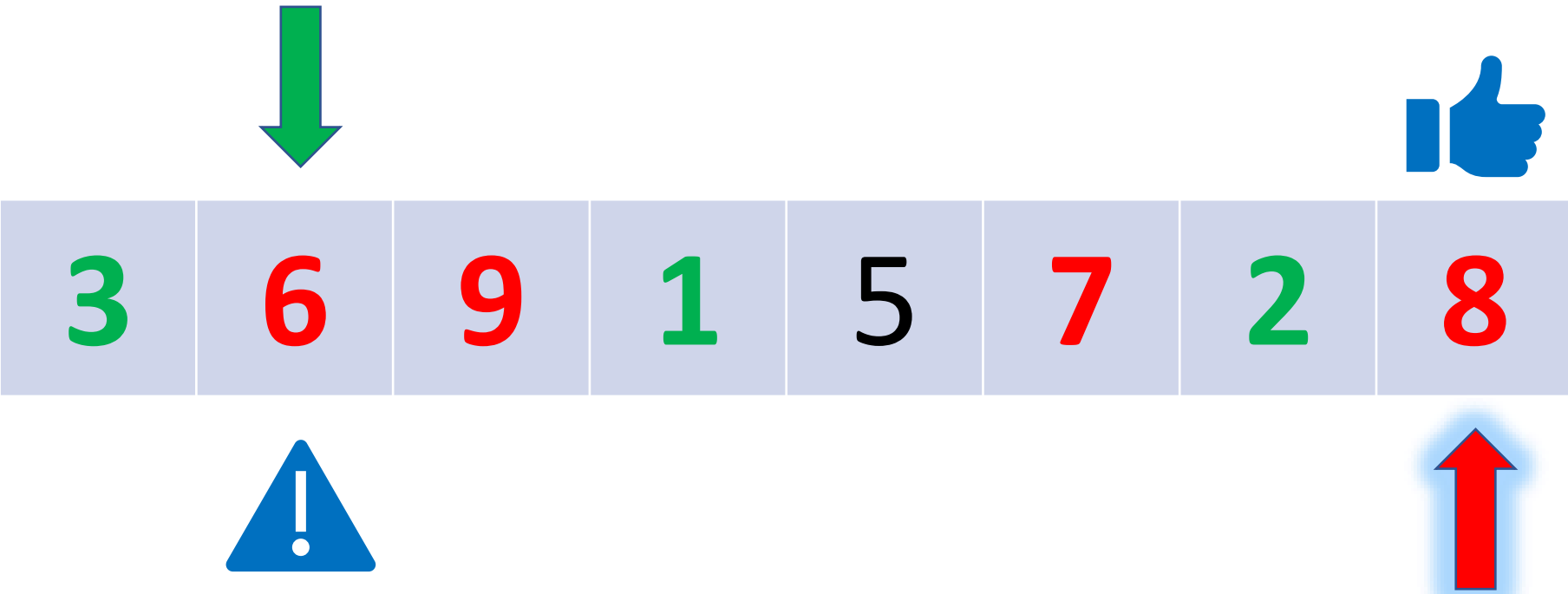


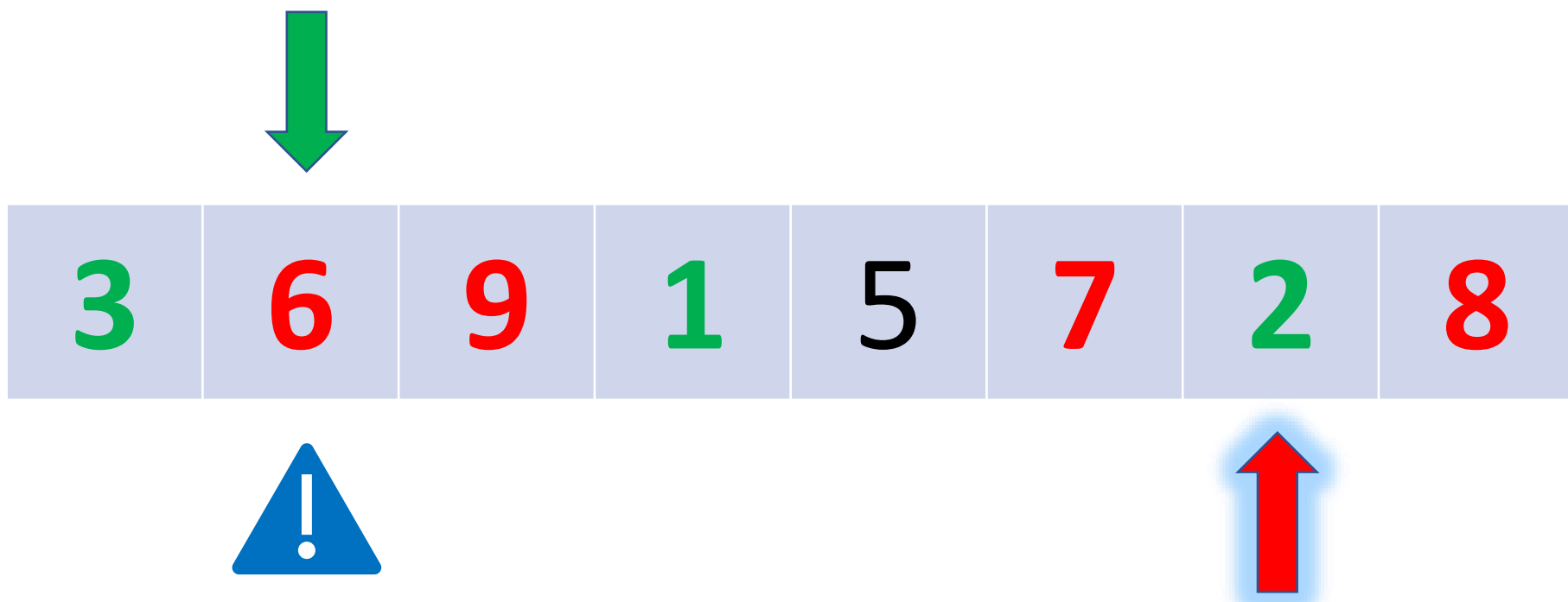


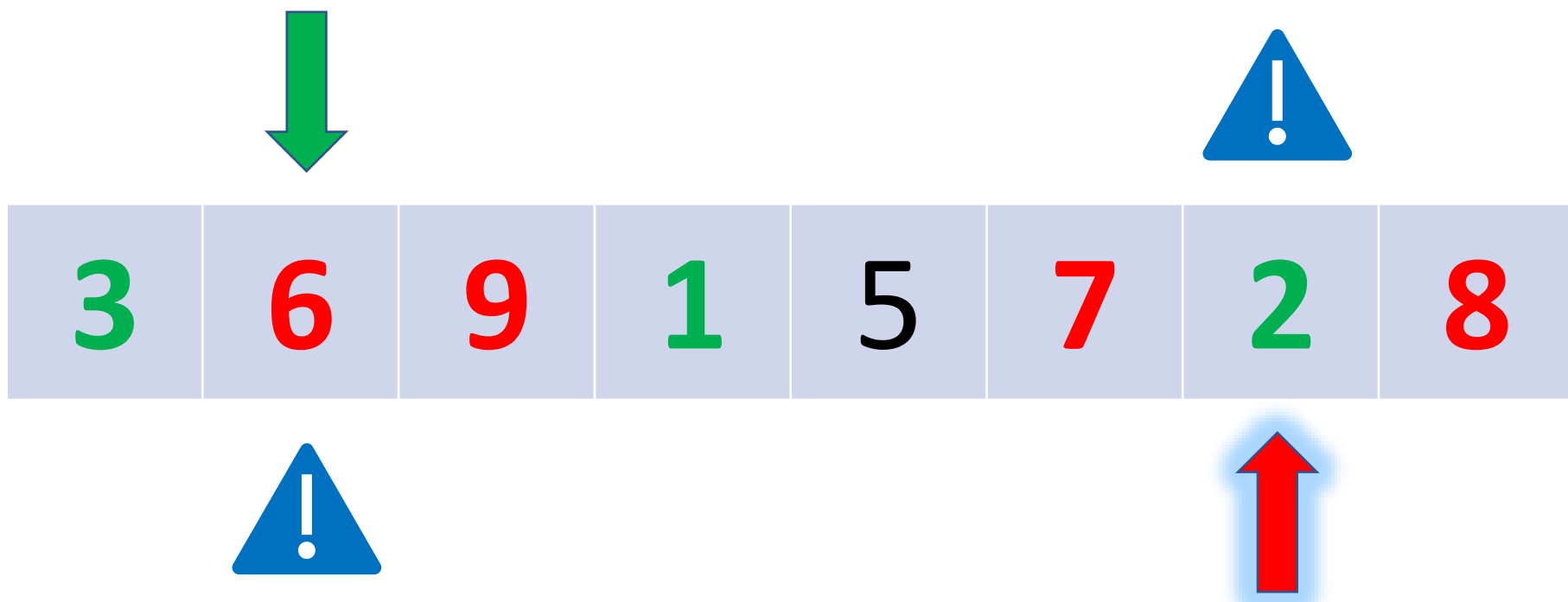


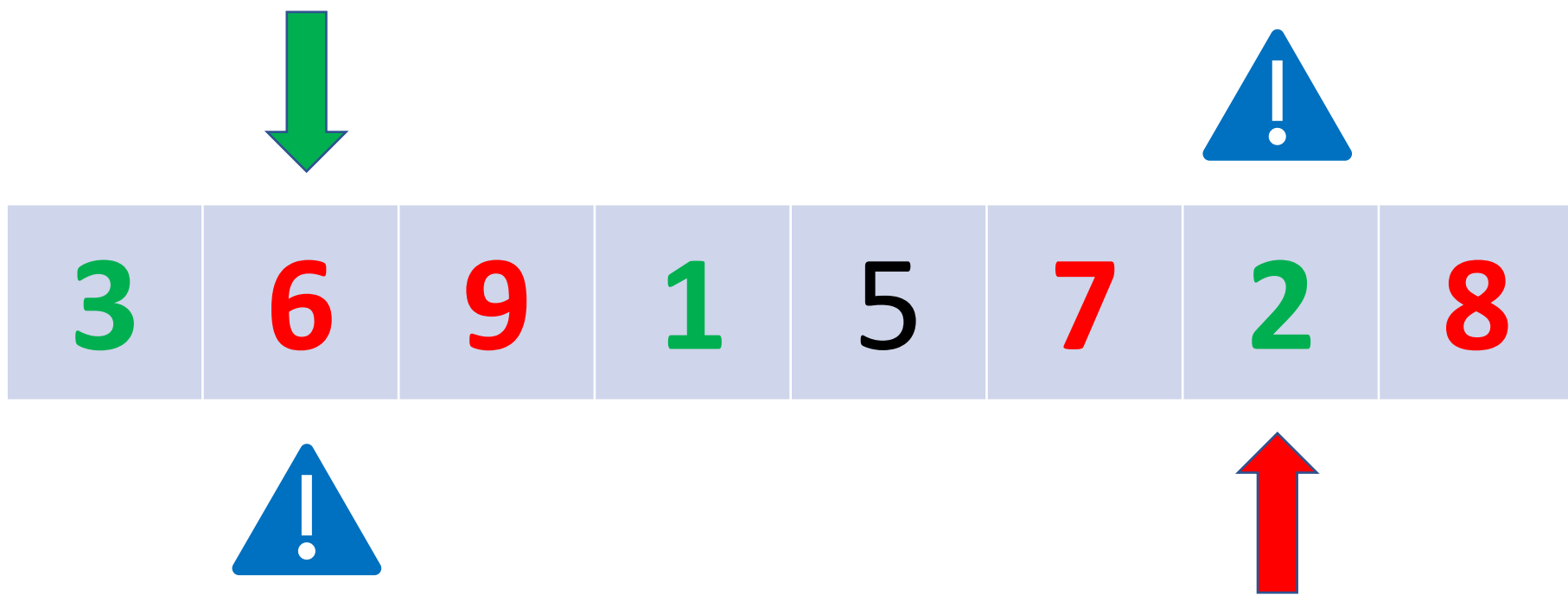


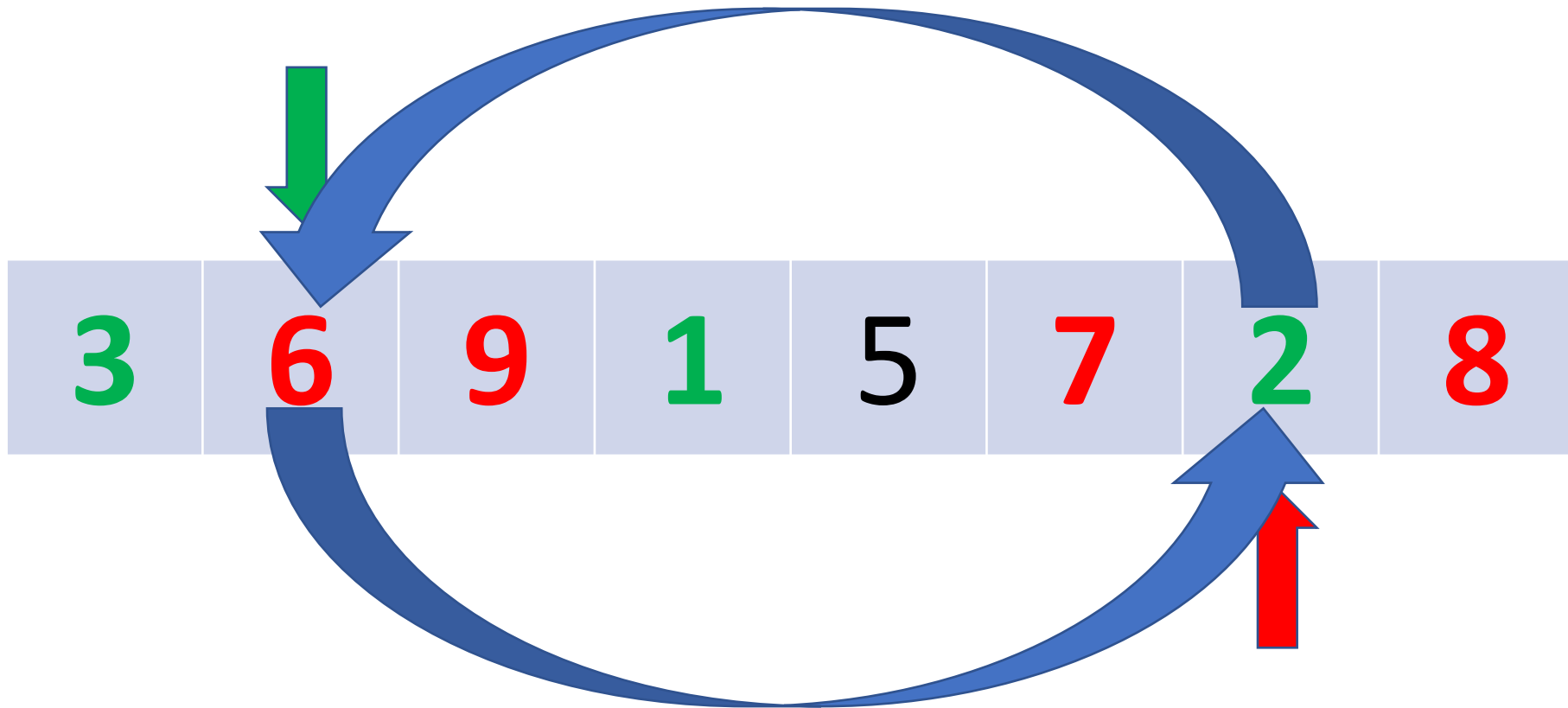


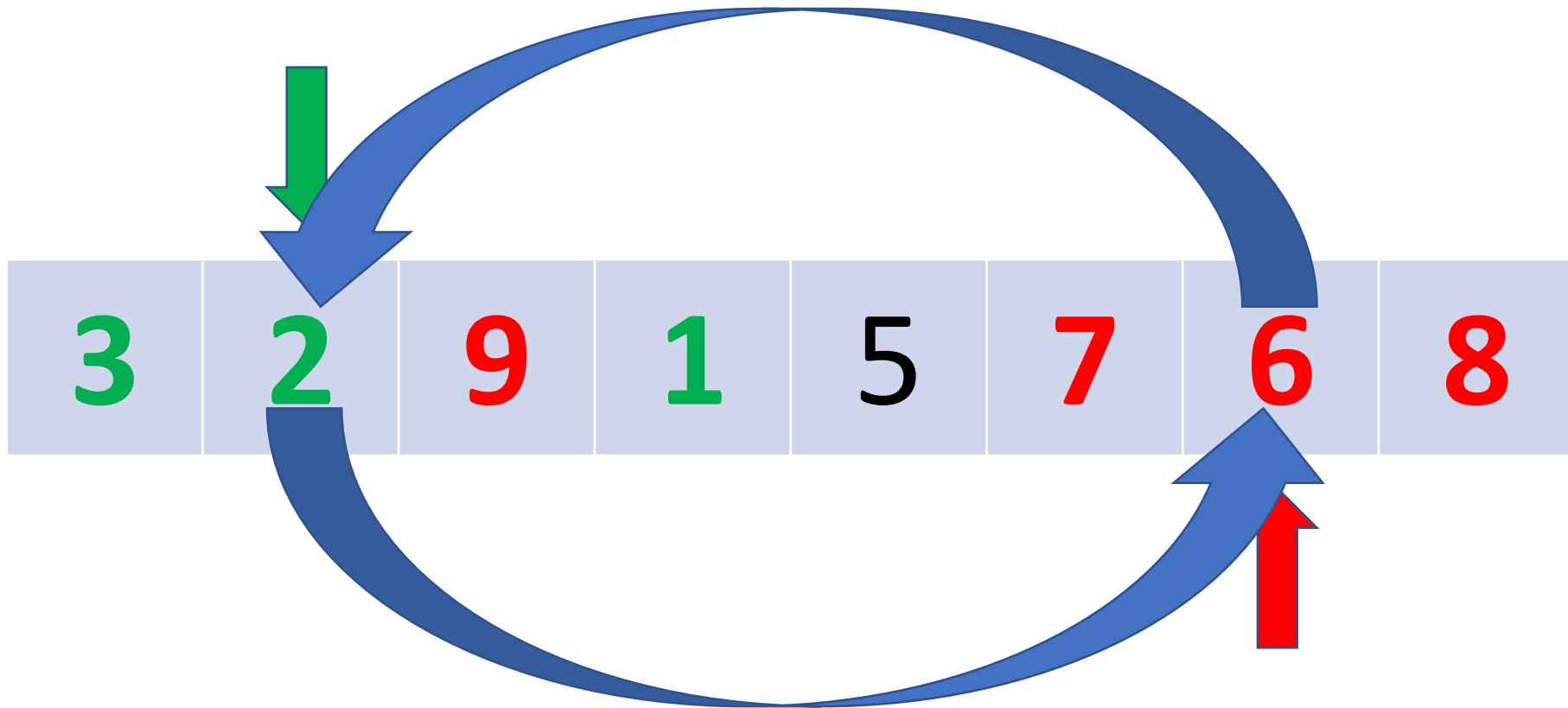


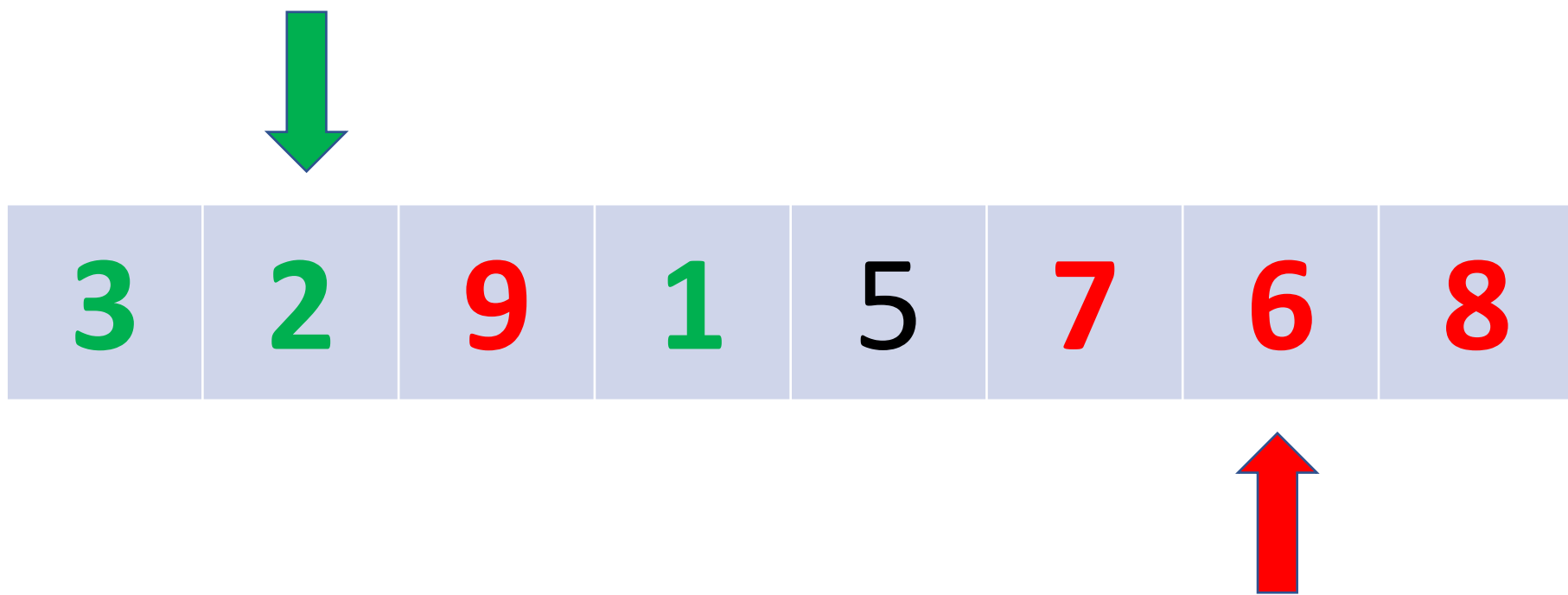




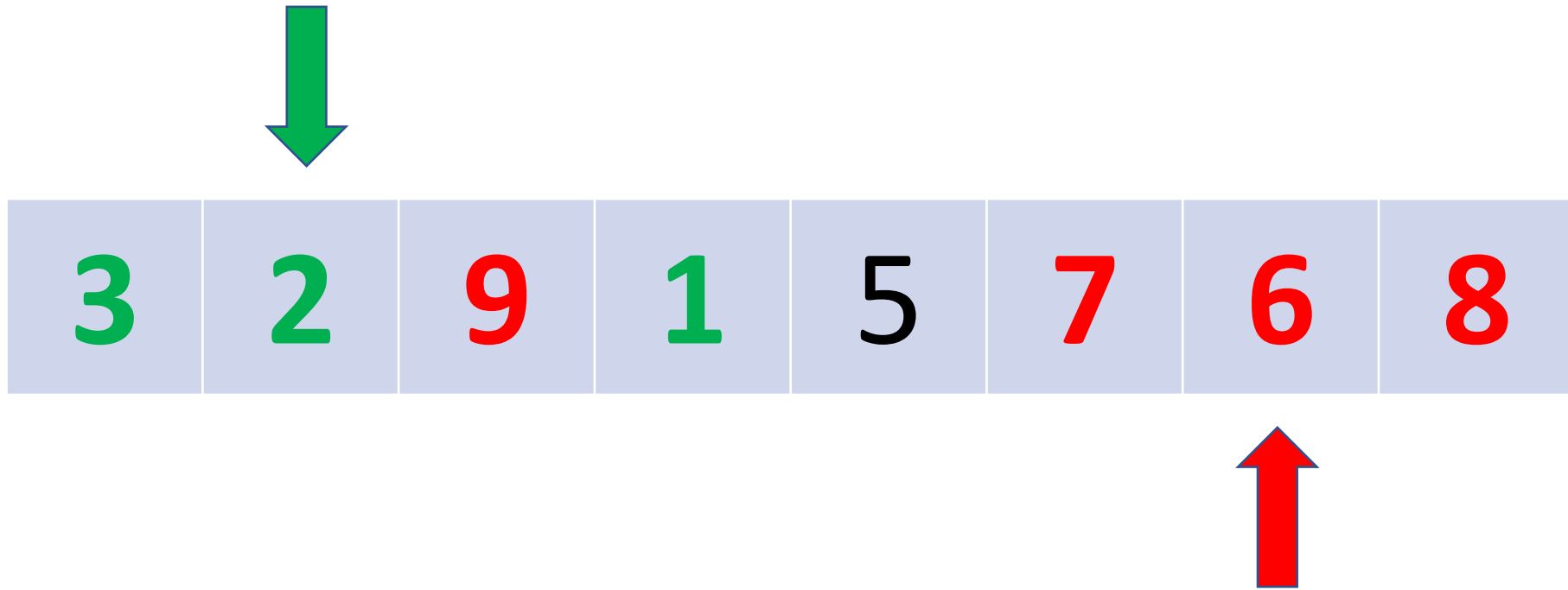




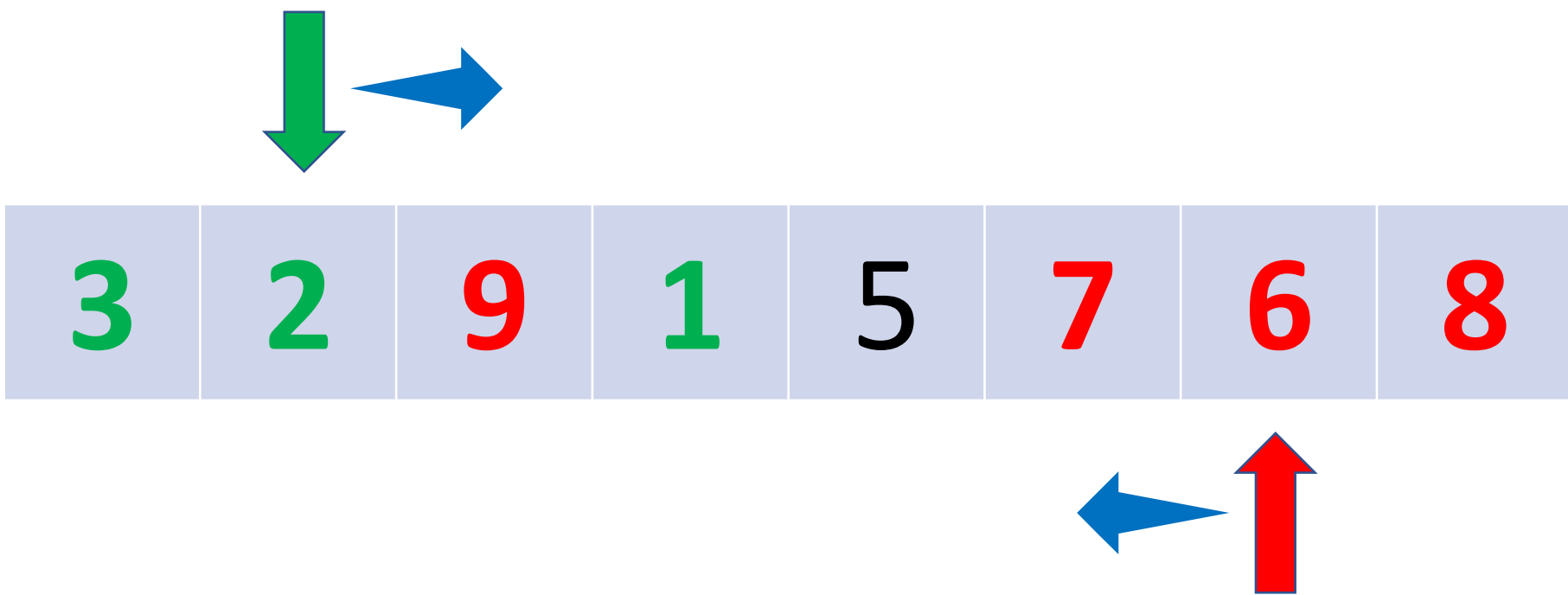


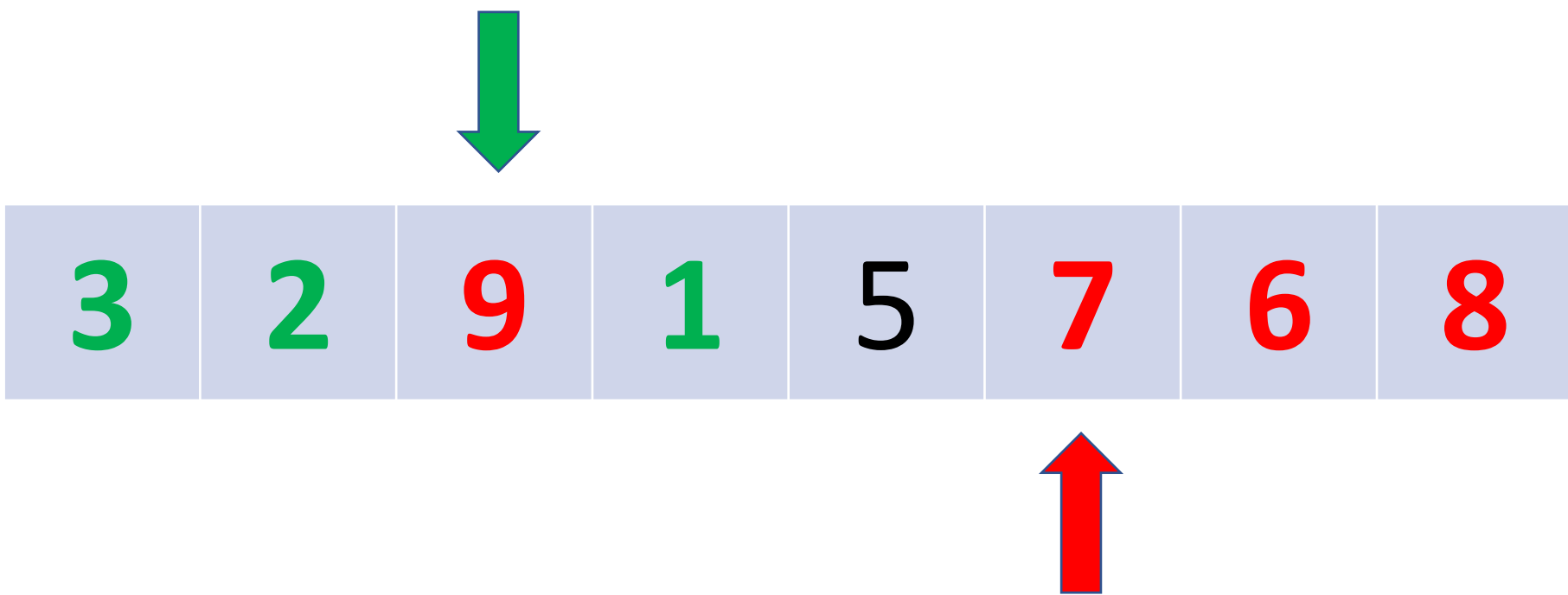


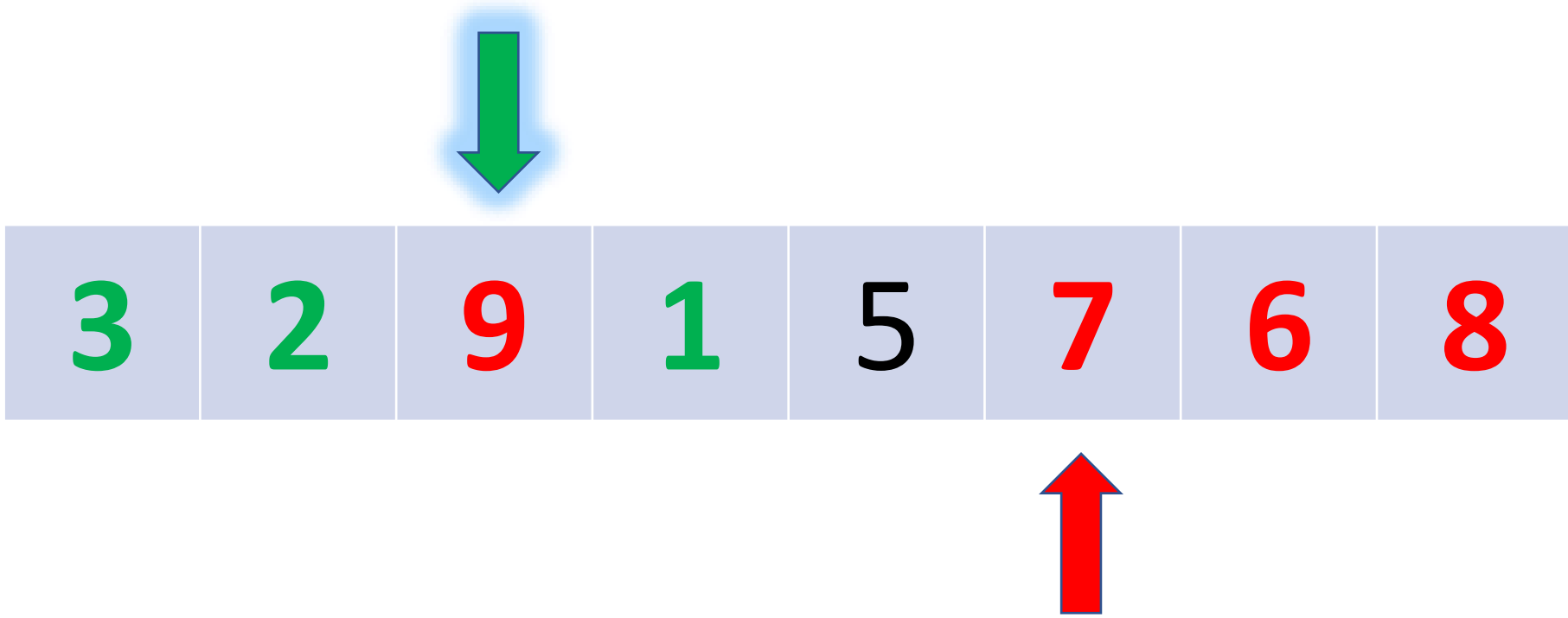


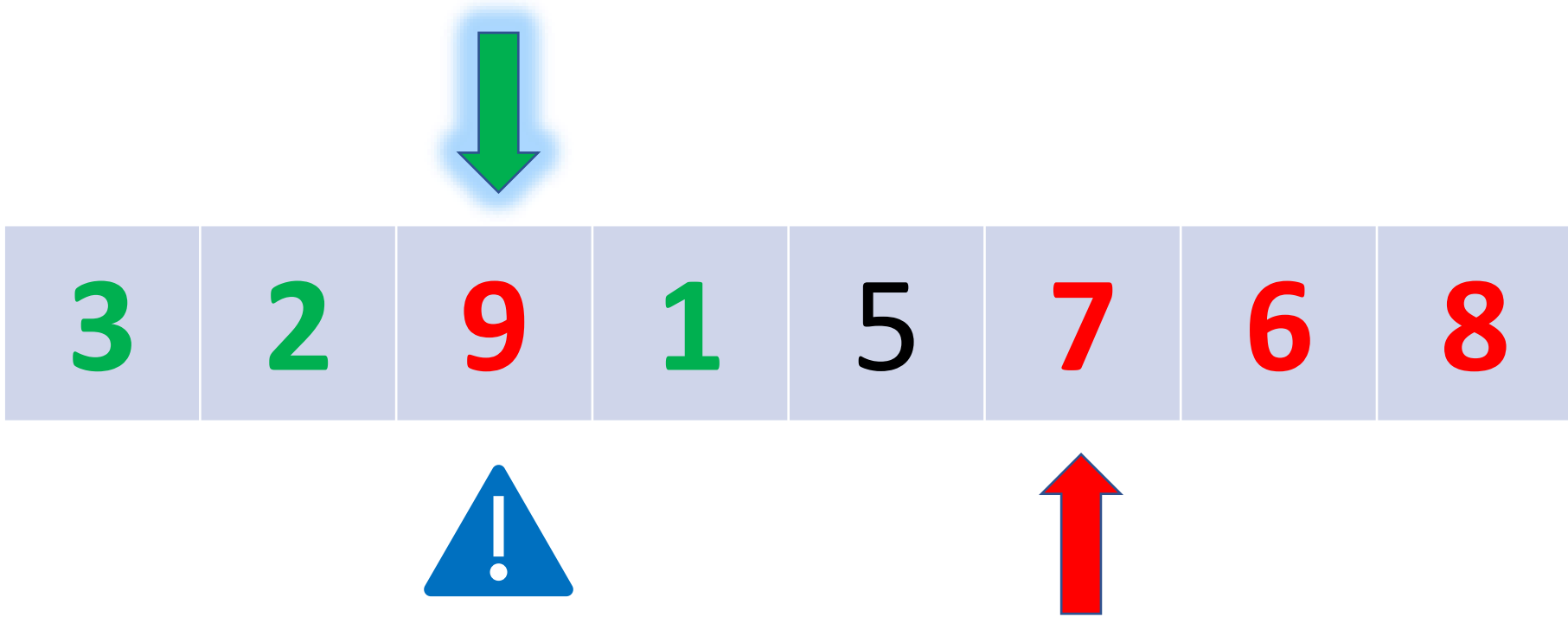


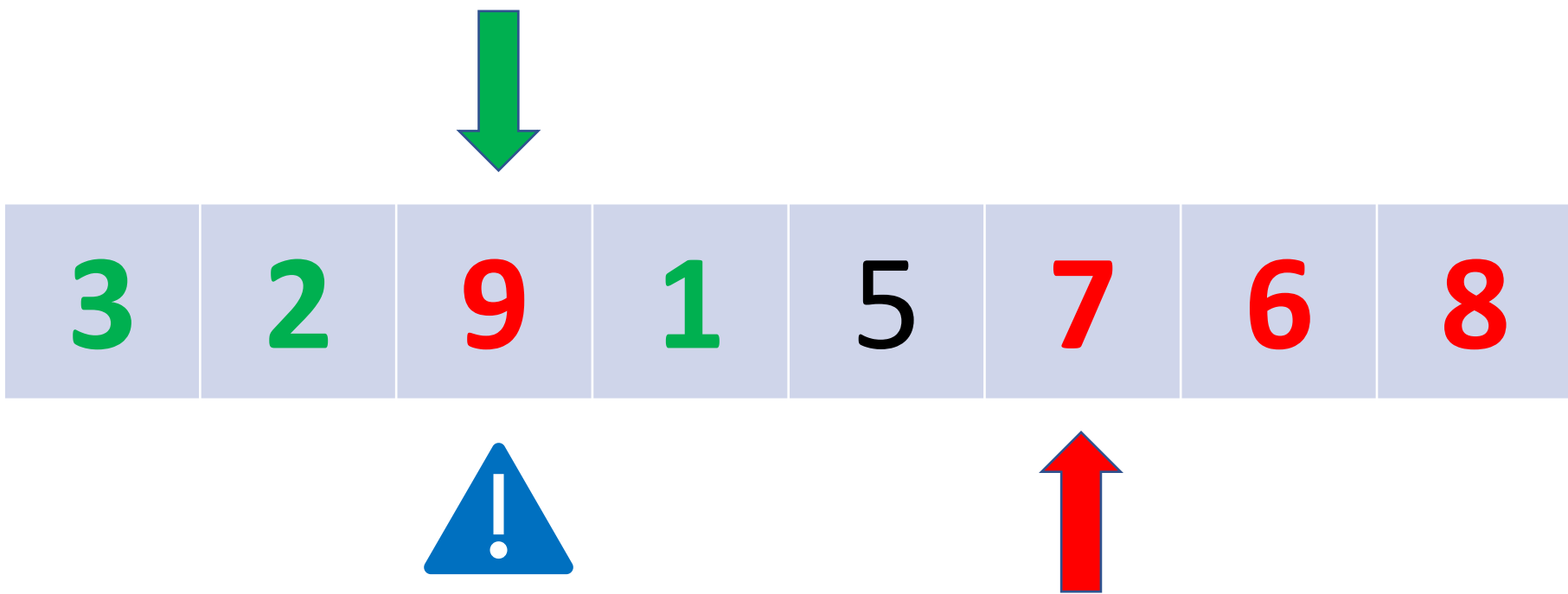
Po zamianie **zawsze** przesuwamy oba  
wskaźniki o jeden

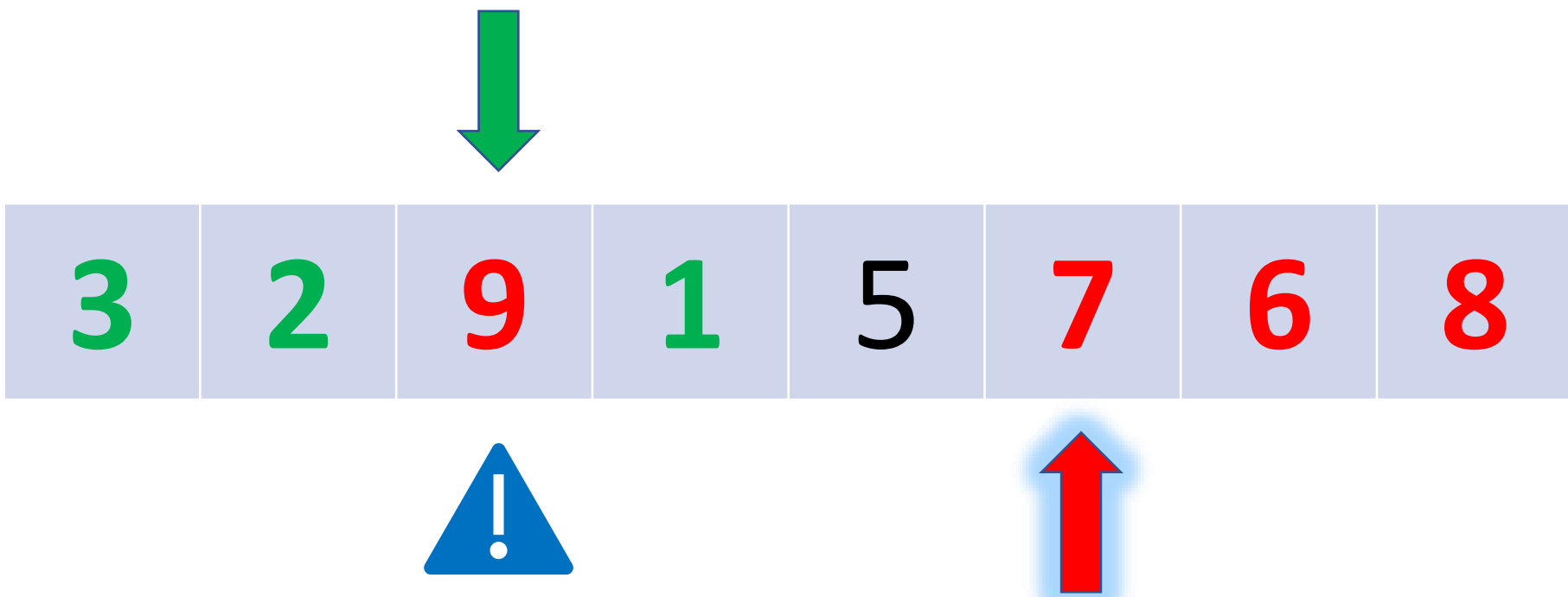


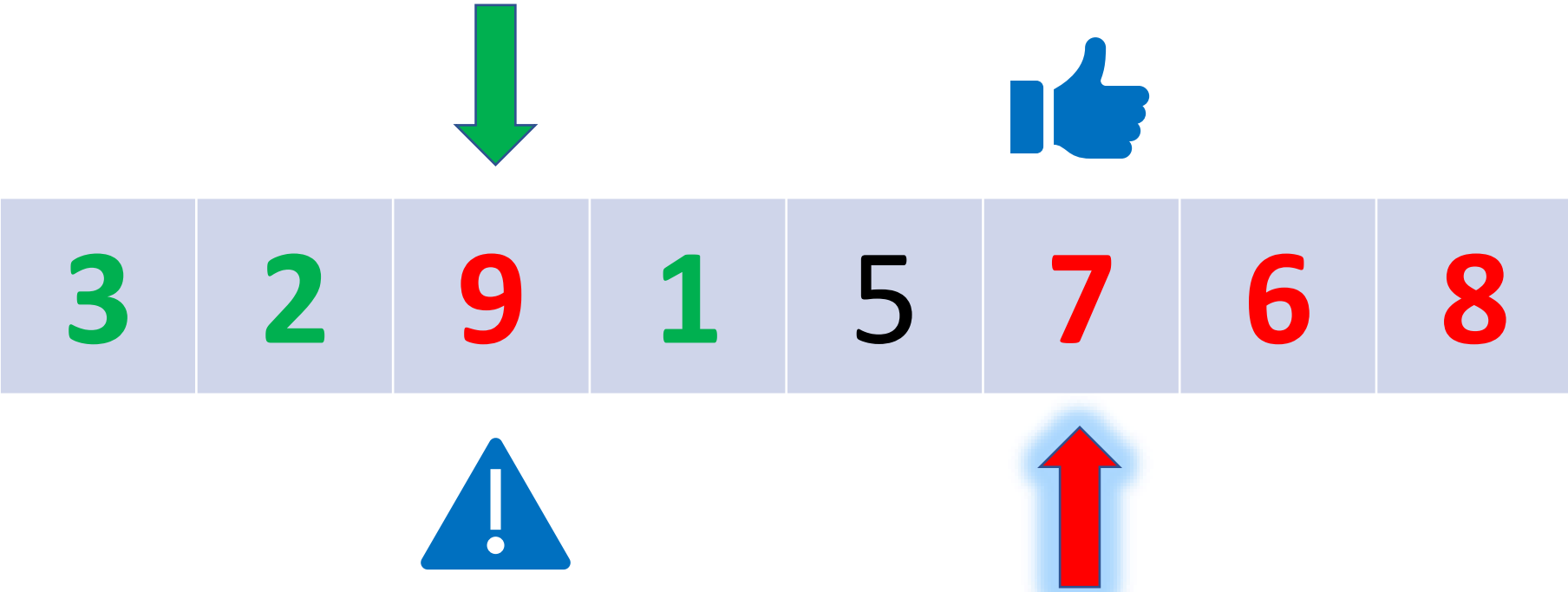




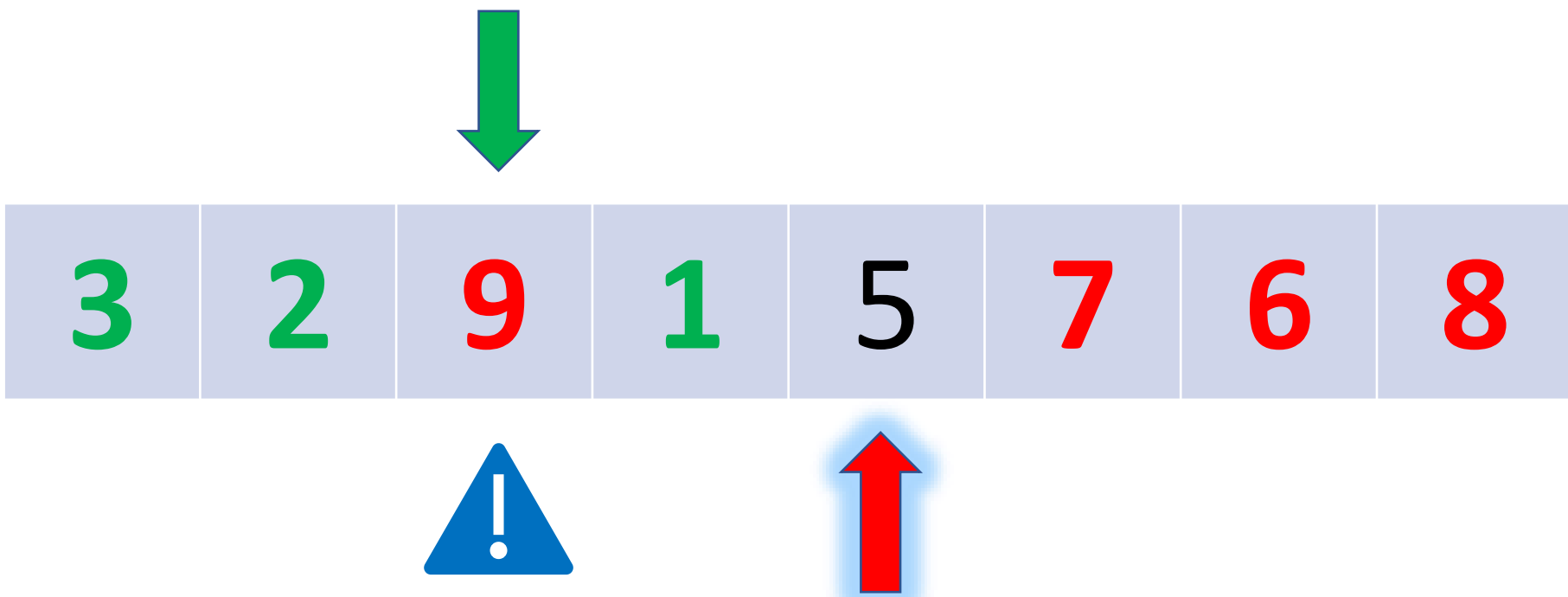


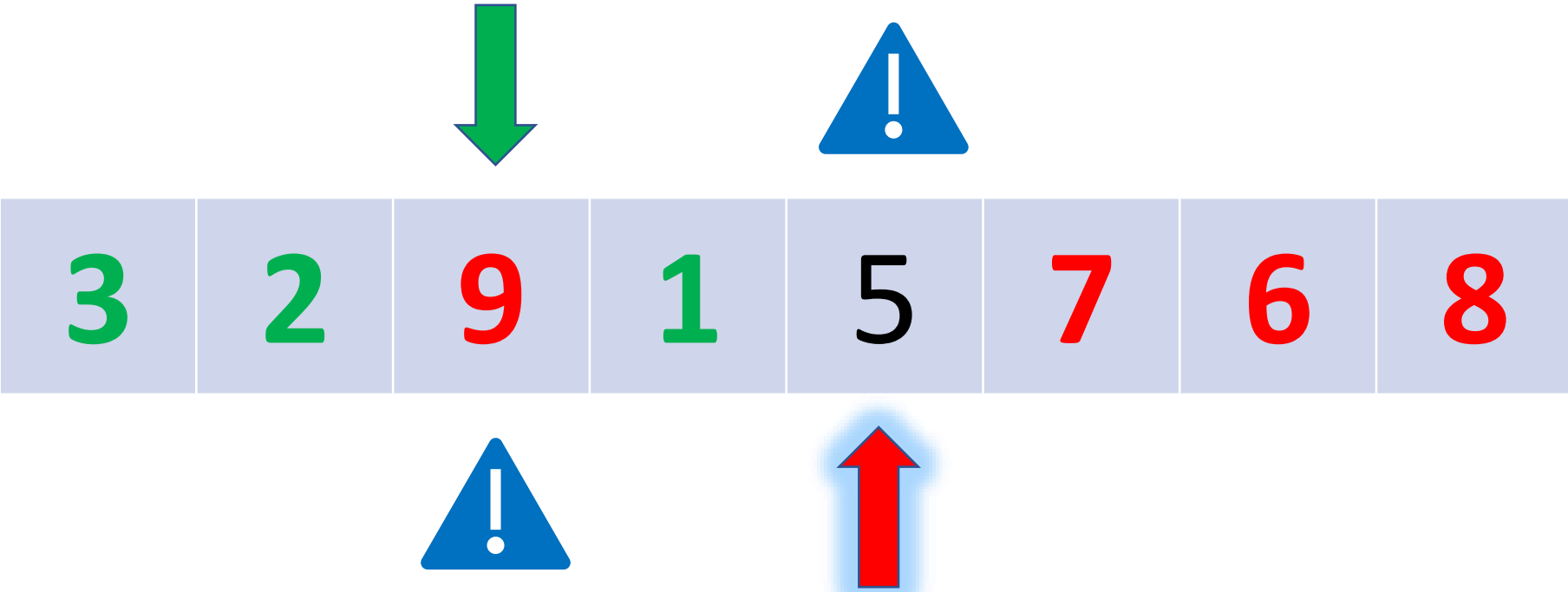


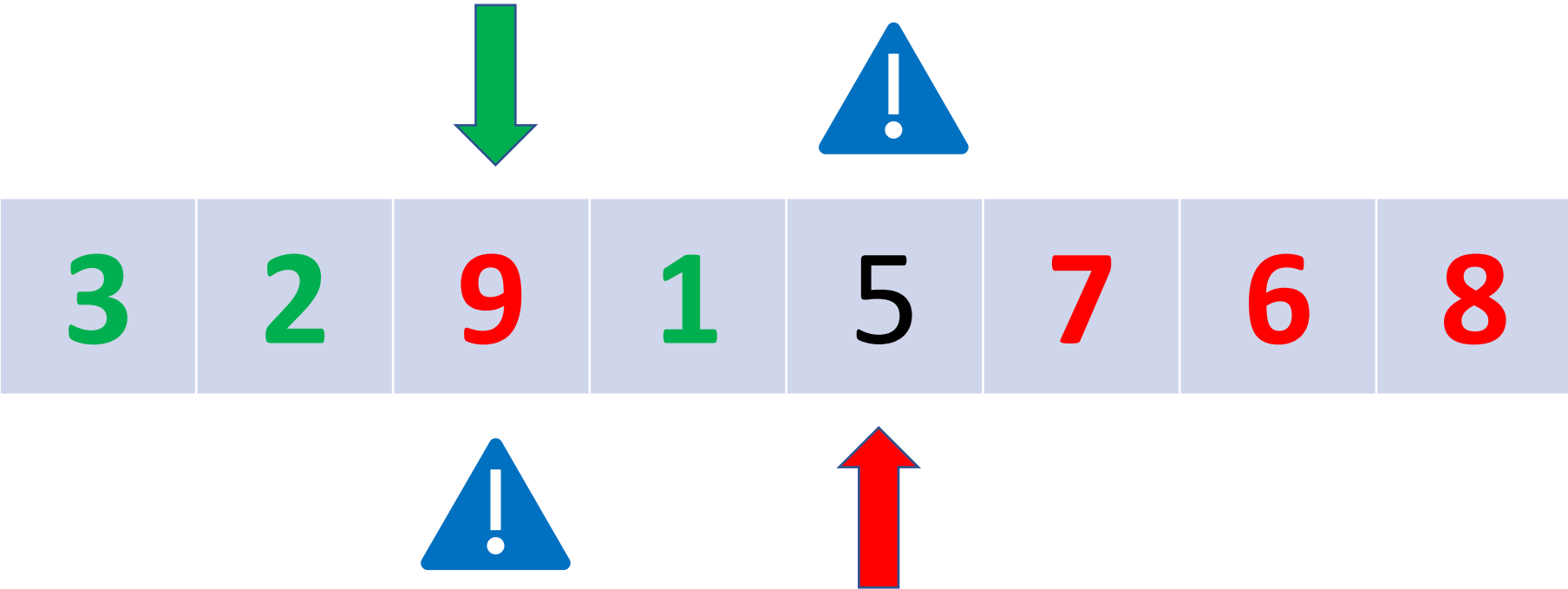


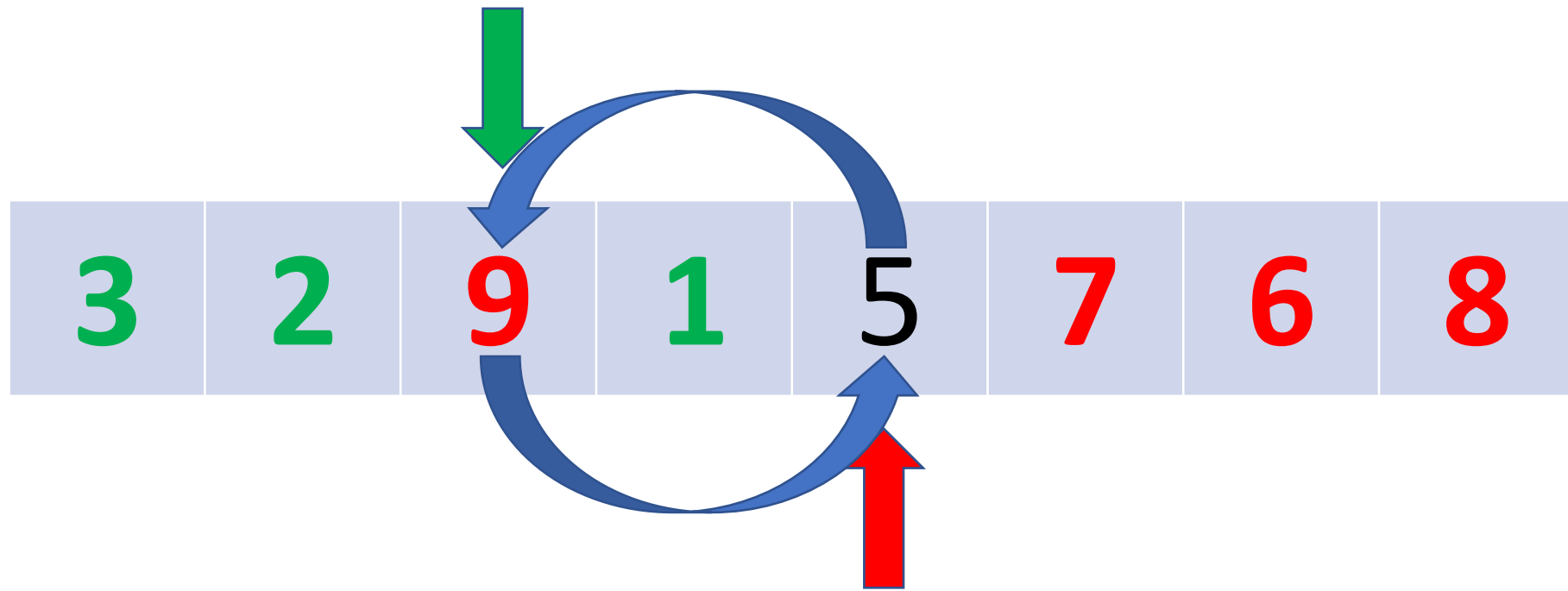


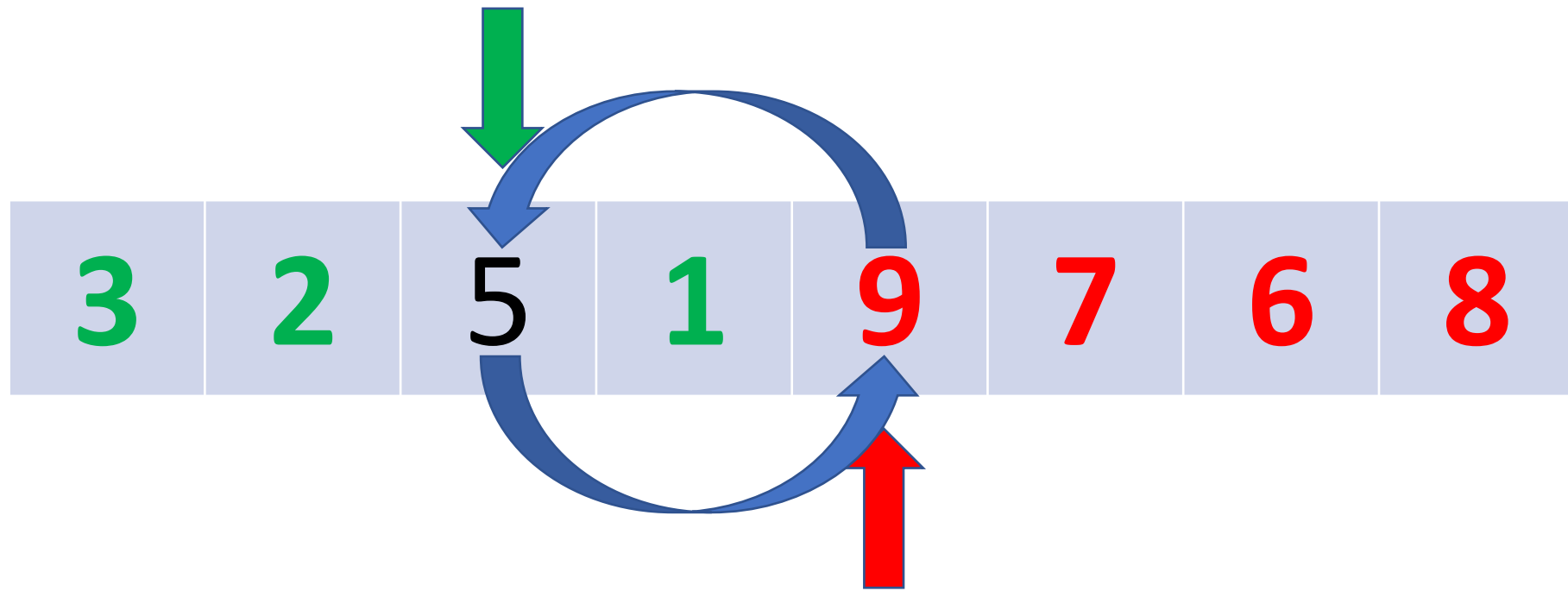


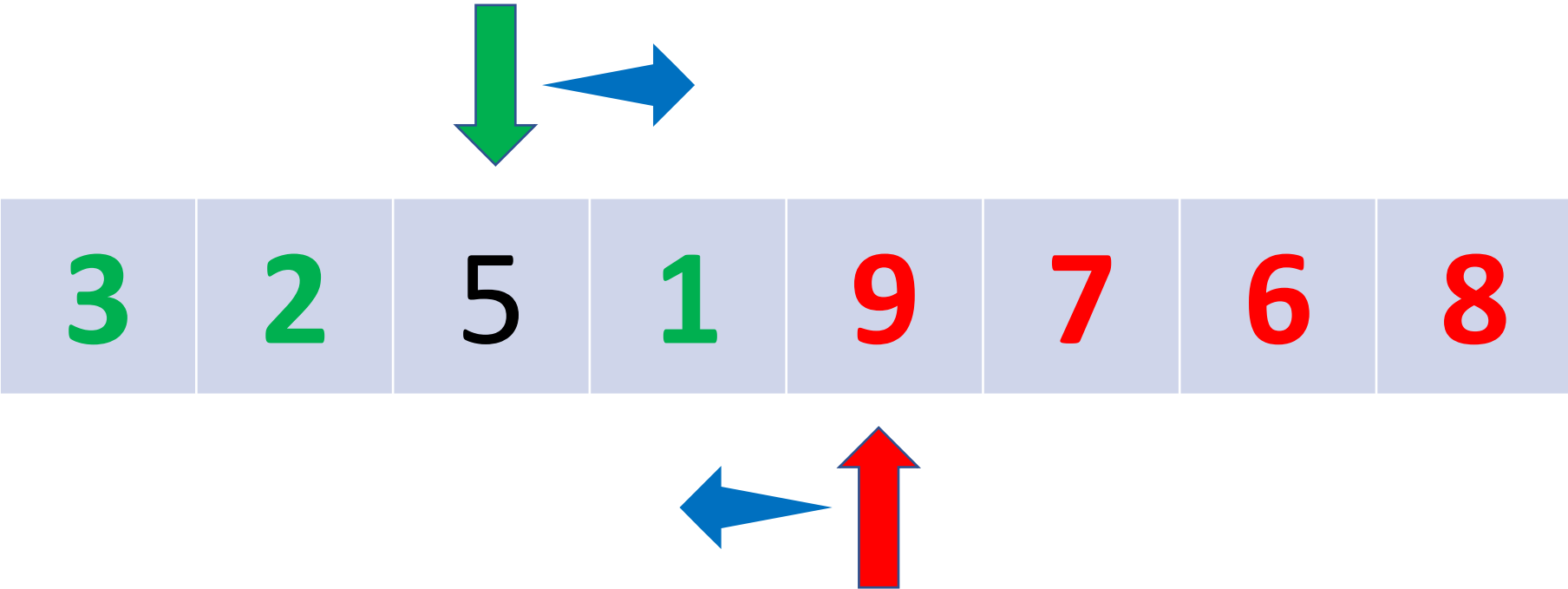


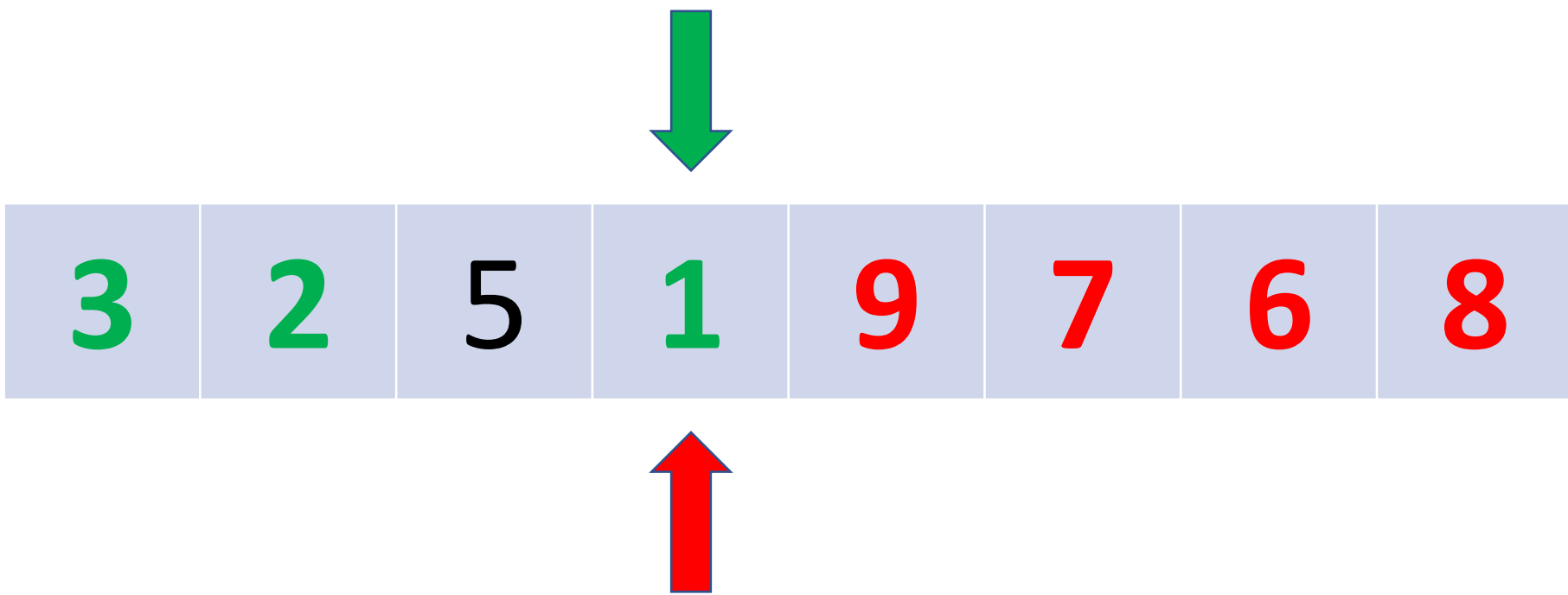


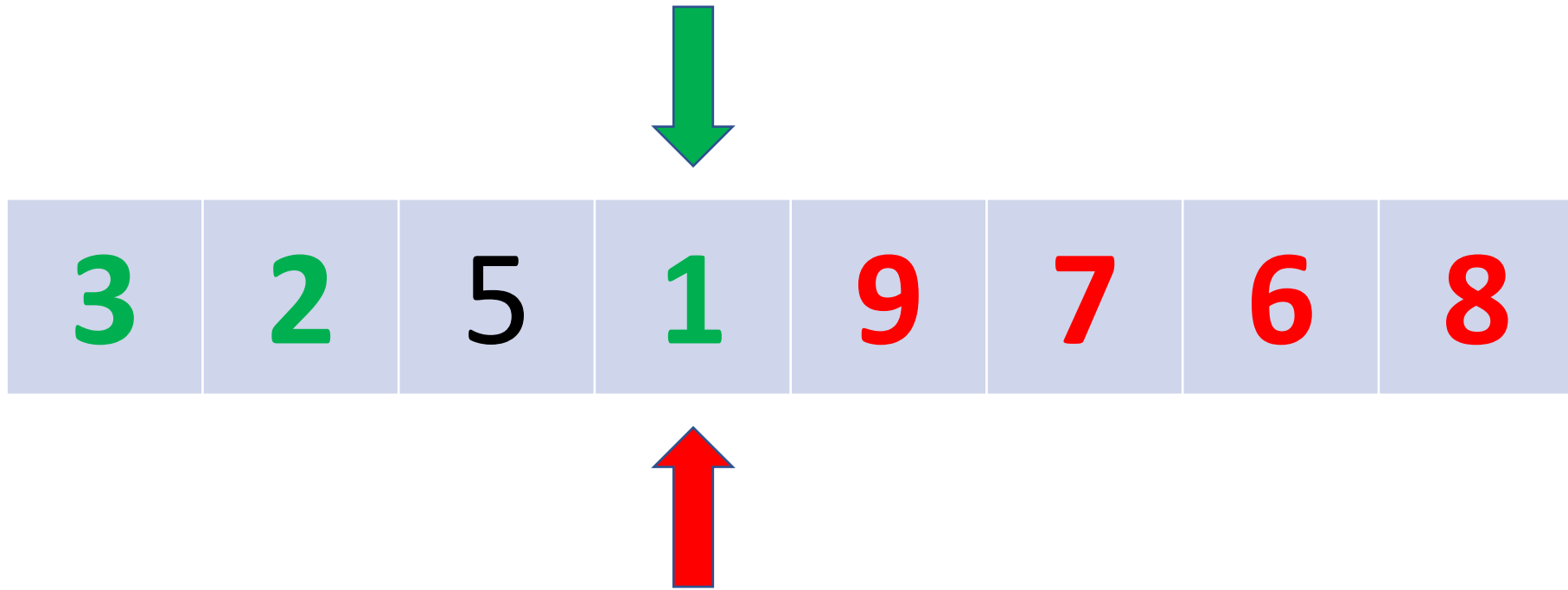












Jeśli oba wskaźniki pokazują ten sam element, lub się miną, to

**KONIEC!**



Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

lewy

prawy

Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

lewy

prawy

Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

pivot

Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

```
lewy = 1  
prawy = 8  
pivot = tablica[4] = 5
```

	i							j
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

lewy = 1

prawy = 8

pivot = 5

	i							j
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

lewy = 1

prawy = 8

pivot = 5

	<i>i</i>							<i>j</i>
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki  $\text{tablica}[i] < \text{pivot}$ , wykonuj:  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

pivot = 5

	<b>i</b>							<b>j</b>
Indeksy	<b>1</b>	2	3	4	5	6	7	<b>8</b>
Wartości	<b>4</b>	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki  $\text{tablica}[i] < \text{pivot}$ , wykonuj:  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**



		i						j
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

		i						j
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

		i						j
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$

`lewy = 1`

`prawy = 8`

**`pivot = 5`**

		i					j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

		<b>i</b>					<b>j</b>	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$

`lewy = 1`

`prawy = 8`

**`pivot = 5`**

		i					j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to wyjdź z pętli

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

		i					j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj: `i := i + 1`
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj: `j := j - 1`
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

		i					j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	6	1	5	3	8	2	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj: `i := i + 1`
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj: `j := j - 1`
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**



		i					j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

		i					j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

		i					j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)
5.  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

			i				j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)
5.  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

			i				j	
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)
5.  $i := i + 1$
6.  $j := j - 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

			i			j		
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)
5.  $i := i + 1$
6.  $j := j - 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

			i			j		
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

lewy = 1  
 prawy = 8  
**pivot = 5**

			i			j		
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**



				i		j		
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

				i		j		
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

				i		j		
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj: `i := i + 1`
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj: `j := j - 1`

`lewy = 1`

`prawy = 8`

**`pivot = 5`**

				i	j			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

	<i>i</i> <i>j</i>							
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$

`lewy = 1`

`prawy = 8`

**`pivot = 5`**

	<i>i</i> <i>j</i>							
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to wyjdź z pętli

`lewy = 1`

`prawy = 8`

**`pivot = 5`**

				i	j			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	5	3	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

				i	j			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**



				i	j			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

				i	j			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)
5.  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

j i

Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)
5.  $i := i + 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

j i

Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki `tablica[i] < pivot`, wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki `tablica[j] > pivot`, wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to **wyjdź z pętli**
4. Zamień(`tablica[i]`, `tablica[j]`)
5.  $i := i + 1$
6.  $j := j - 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

				j	i			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

1. Dopóki  $\text{tablica}[i] < \text{pivot}$ , wykonuj:  $i := i + 1$
2. Dopóki  $\text{tablica}[j] > \text{pivot}$ , wykonuj:  $j := j - 1$
3. Jeżeli  $i > j$ , to wyjdź z pętli
4. Zamień( $\text{tablica}[i]$ ,  $\text{tablica}[j]$ )
5.  $i := i + 1$
6.  $j := j - 1$

lewy = 1

prawy = 8

**pivot = 5**

				j	i			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

5. Dopóki  $i \leq j$ , wykonuj:

lewy = 1  
 prawy = 8  
**pivot = 5**

				j	i			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

**Koniec przestawiania**

lewy = 1  
 prawy = 8  
 pivot = 5

				j	i			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

Wartości **i**, **j** definiują nowy podział

Wartość **j** określa **do którego** elementu występują wartości mniejsze równe elementowi dzielącemu

Wartość **i** określa **od którego** elementu występują wartości większe równe elementowi dzielącemu

lewy = 1

prawy = 8

pivot = 5



j i

Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

6. QuickSort(tablica, lewy, j)

lewy = 1  
prawy = 8  
pivot = 5

				j	i			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

6. QuickSort(tablica, 1, 4)

lewy = 1  
 prawy = 8  
 pivot = 5

				j	i			
Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

6. QuickSort(tablica, 1, 4)
7. QuickSort(tablica, i, prawy)

lewy = 1  
 prawy = 8  
 pivot = 5

j i

Indeksy	1	2	3	4	5	6	7	8
Wartości	4	2	1	3	5	8	6	7

6. QuickSort(tablica, 1, 4)
7. QuickSort(tablica, 5, 8)

lewy = 1  
prawy = 8  
pivot = 5