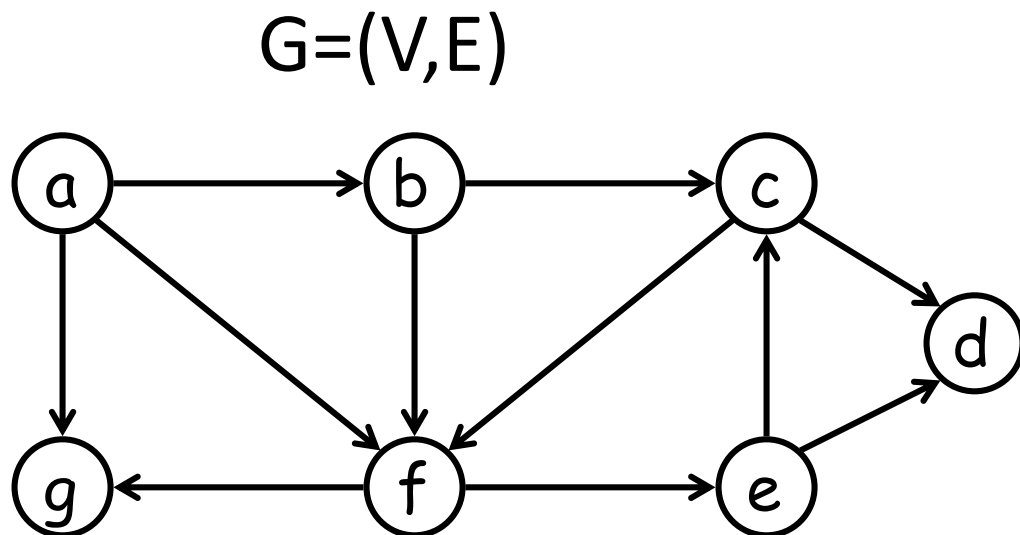


מציאת סדר טופולוגי בגרף



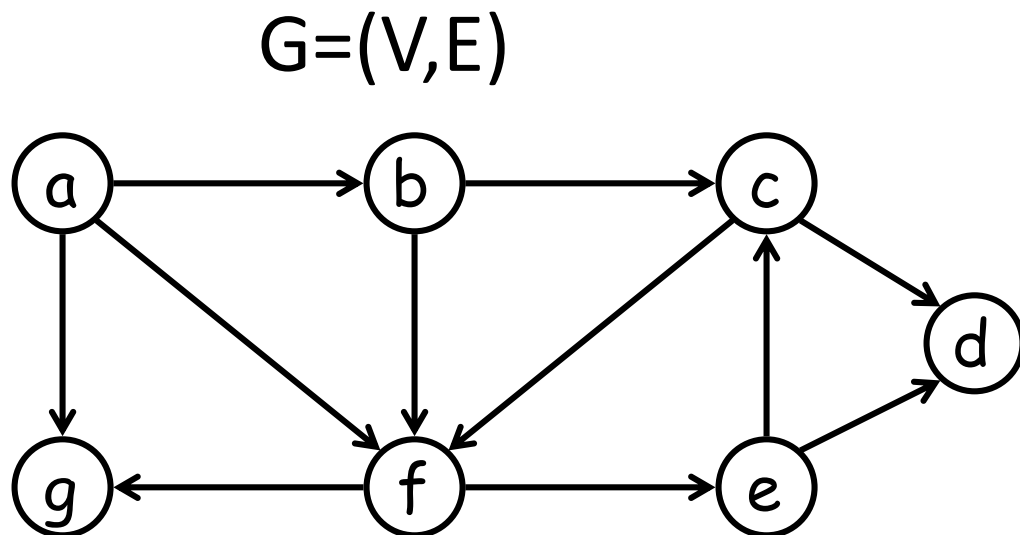
הגדרה:

יהי G גרף מכוון ללא מעגלים, אזי **סדר טופולוגי** עבור $G=(V,E)$ הוא רשימה T של כל הקדקודים ב G , כך שלכל זוג קדקודים $a, b \in V$

מתקיים:

אם $(a,b) \in E$, אזי a קודם ל b בסדר הטופולוגי של G .

מציאת סדר טופולוגי בגרף



הגדרה:

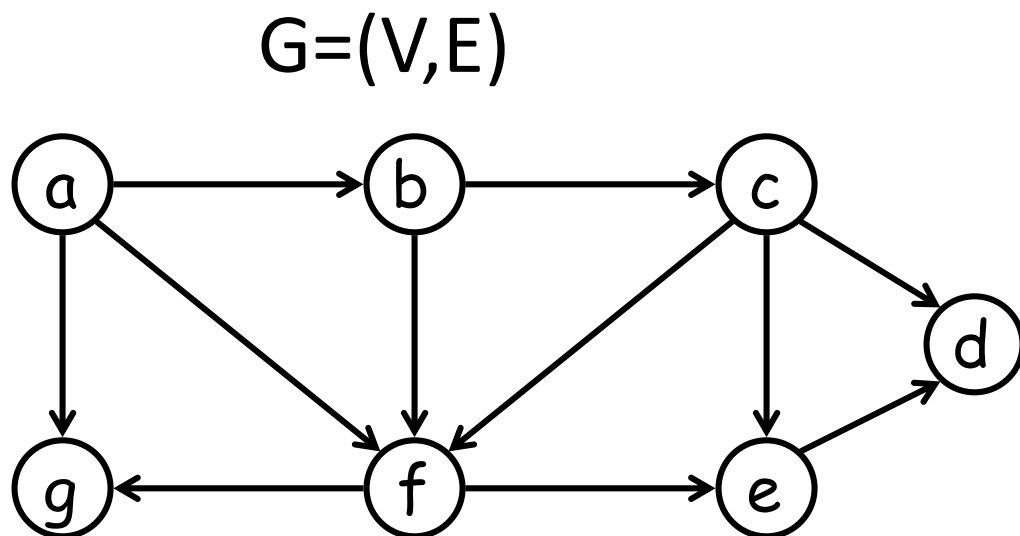
יהי G גרף מכוון ללא מעגלים, אזי **סדר טופולוגי** עבור $G=(V,E)$ הוא רשימה T של כל הקדקודים ב G , כך שלכל זוג קדקודים $a, b \in V$

מתקיים:

אם $(a,b) \in E$, אזי a קודם ל b בסדר הטופולוגי של G .

אין סדר טופולוגי!
כי יש מעגל בגרף

מציאת סדר טופולוגי בגרף



הגדרה:

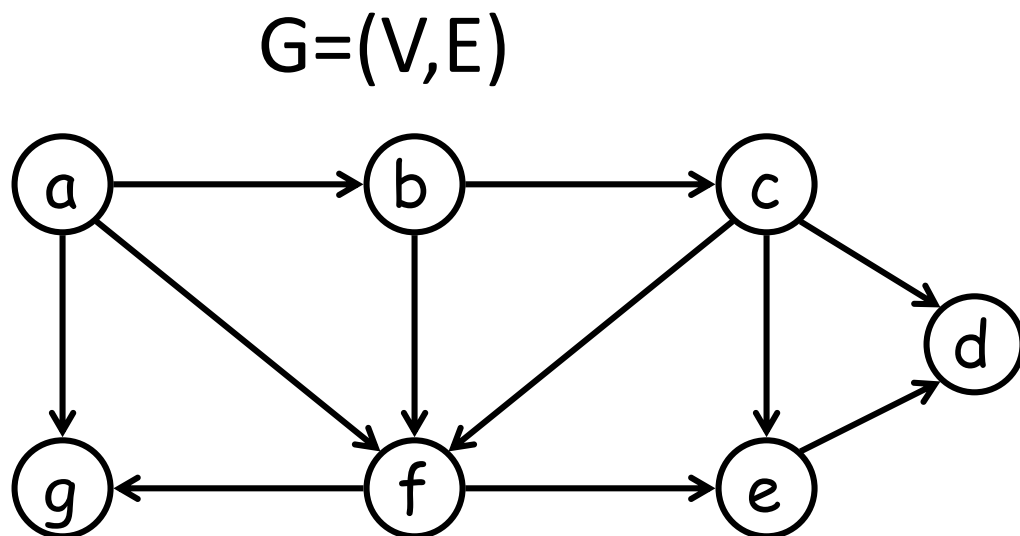
יהי G גרף מכוון ללא מעגלים, אזי **סדר טופולוגי** עבור $G=(V,E)$ הוא רשימה T של כל הקדקודים ב G , כך שלכל זוג קדקודים $a, b \in V$

מתקיים:

אם $(a,b) \in E$, אזי a קודם ל b בסדר הטופולוגי של G .

T : \textcircled{a} \textcircled{b} \textcircled{c} \textcircled{f} \textcircled{g} \textcircled{e} \textcircled{d}

מציאת סדר טופולוגי בגרף



הגדרה:

יהי G גרף מכוון ללא מעגלים, אזי **סדר טופולוגי** עבור $G=(V,E)$ הוא רשימה T של כל הקדקודים ב G , כך שלכל זוג קדקודים $a, b \in V$

מתקיים:

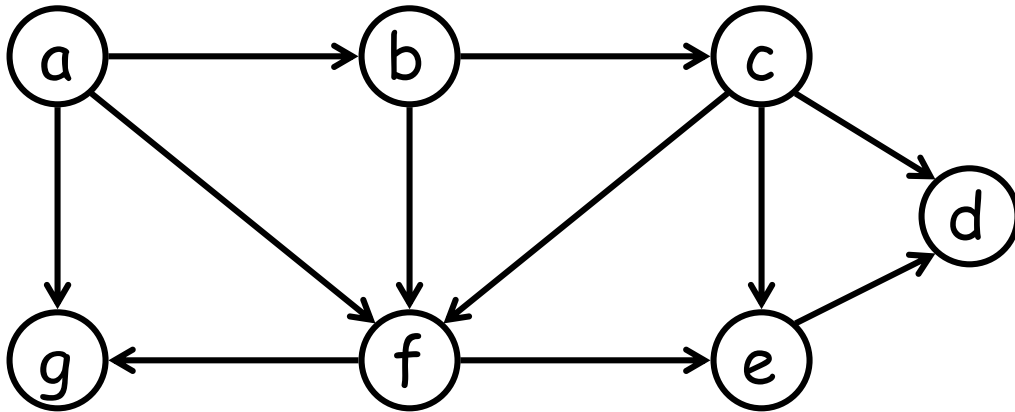
אם $(a,b) \in E$, אזי a קודם ל b בסדר הטופולוגי של G .

T: a b c f g e d

האם סדר טופולוגי
הוא יחיד?

מציאת סדר טופולוגי בגרף

$G=(V,E)$

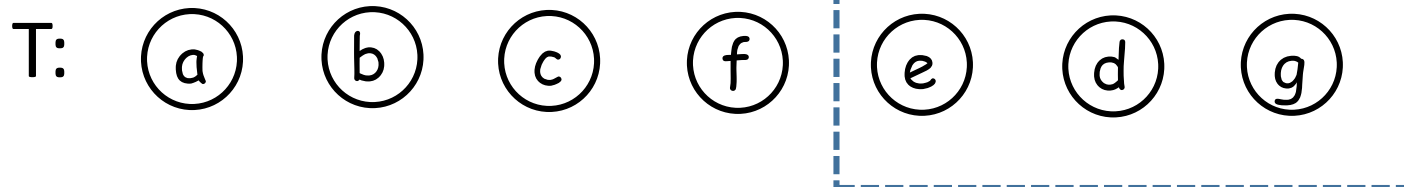


הגדרה:

יהי G גרף מכוון ללא מעגלים, אזי **סדר טופולוגי** עבור $G=(V,E)$ הוא רשימה T של כל הקדקודים ב G , כך שלכל זוג קדקודים $a, b \in V$

מתקיים:

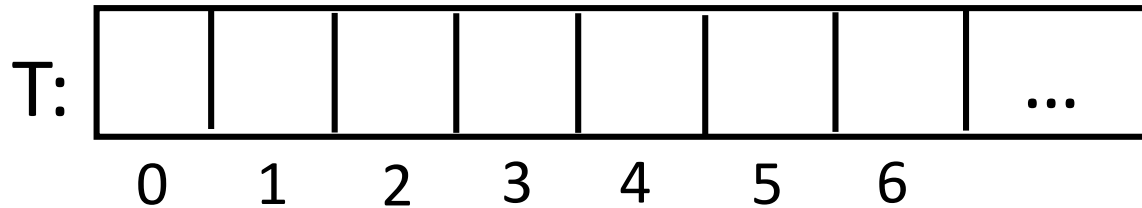
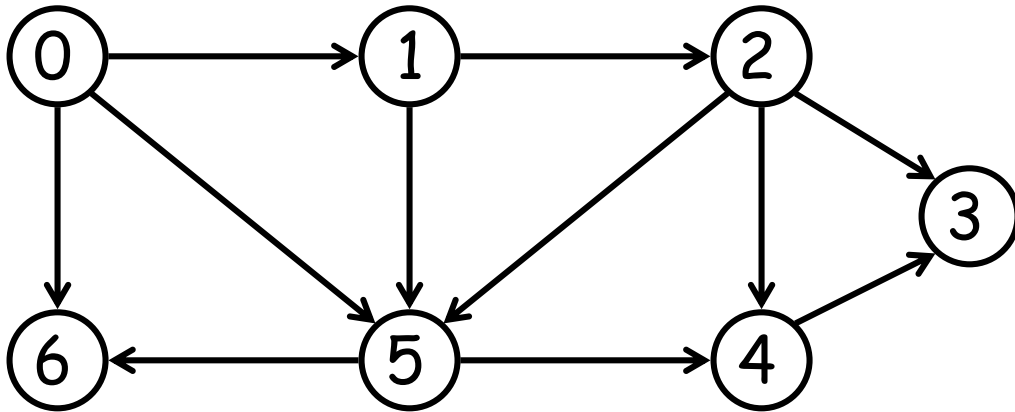
אם $(a,b) \in E$, אזי a קודם ל b בסדר הטופולוגי של G .



האם סדר טופולוגי הוא יחיד? לא בהכרח.

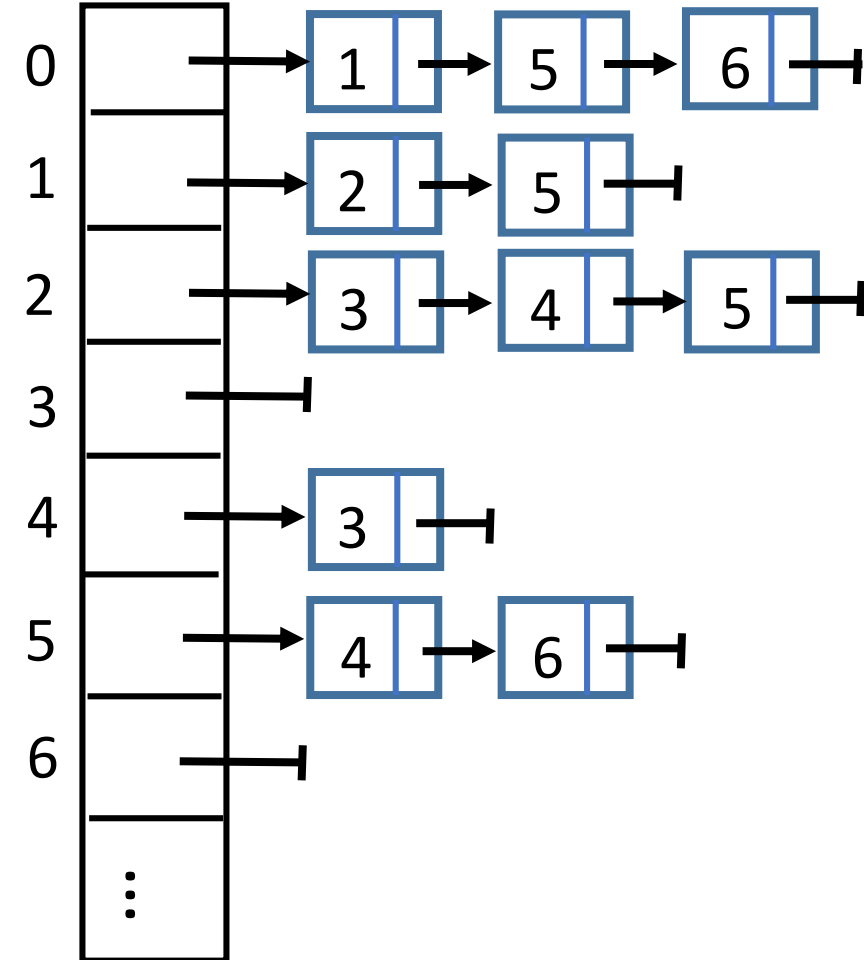
מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

$G=(V,E)$



n 7

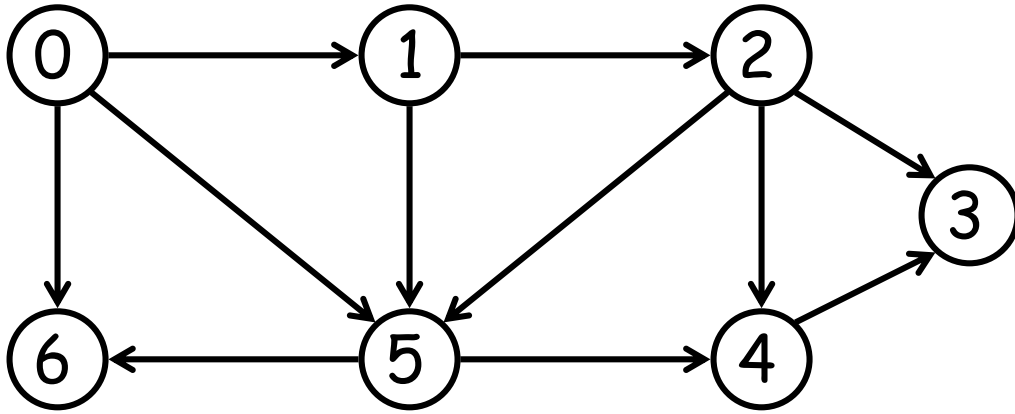
firstedge



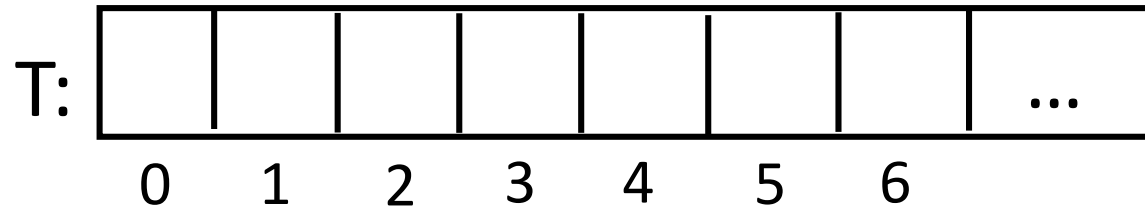
מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

TopSort(G)

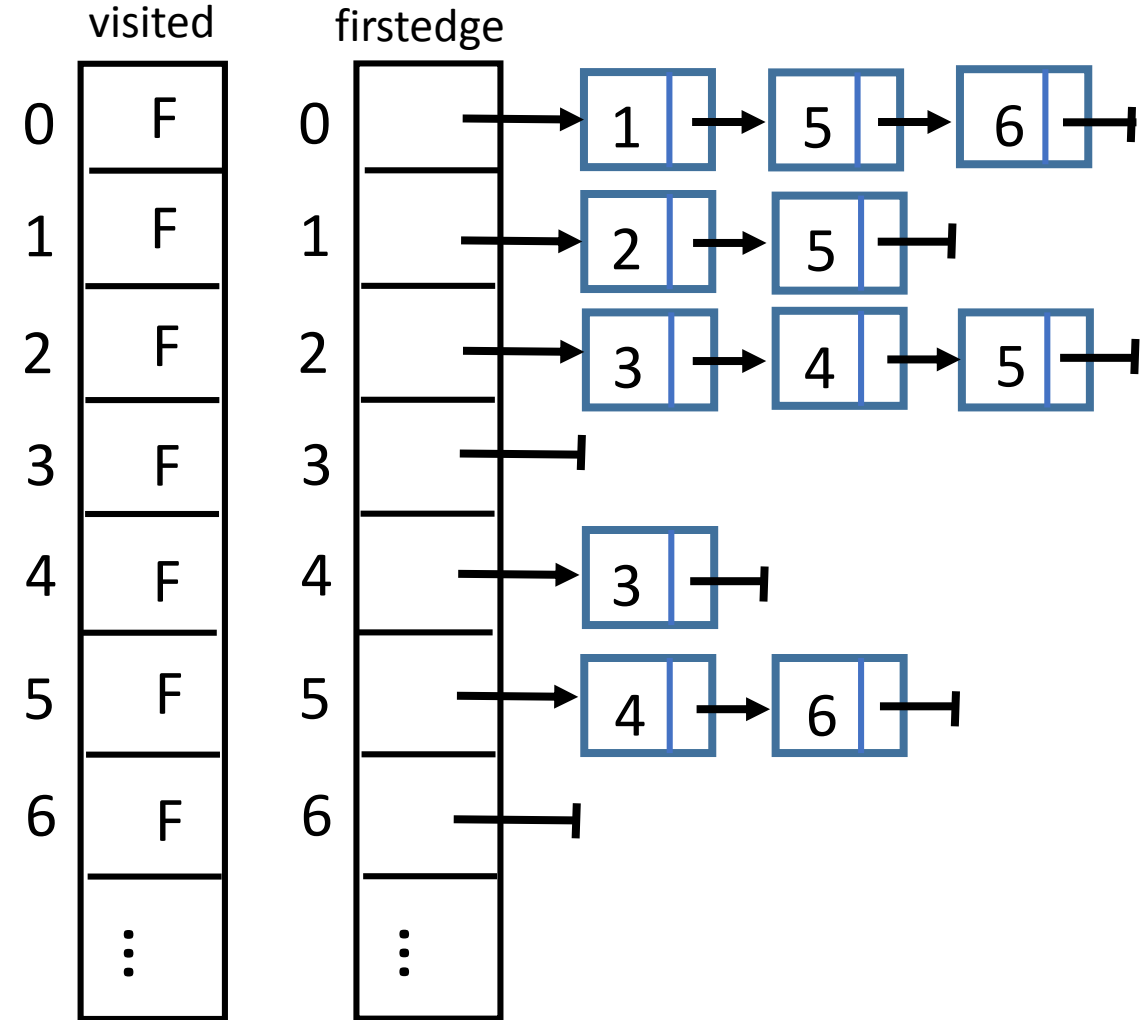
$G=(V,E)$



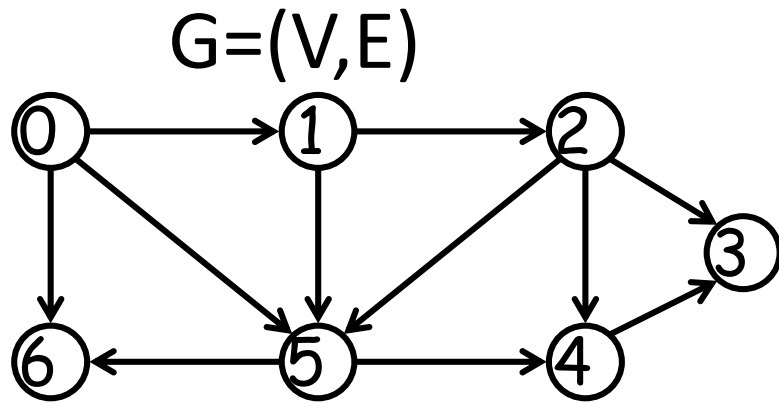
place 6



n 7

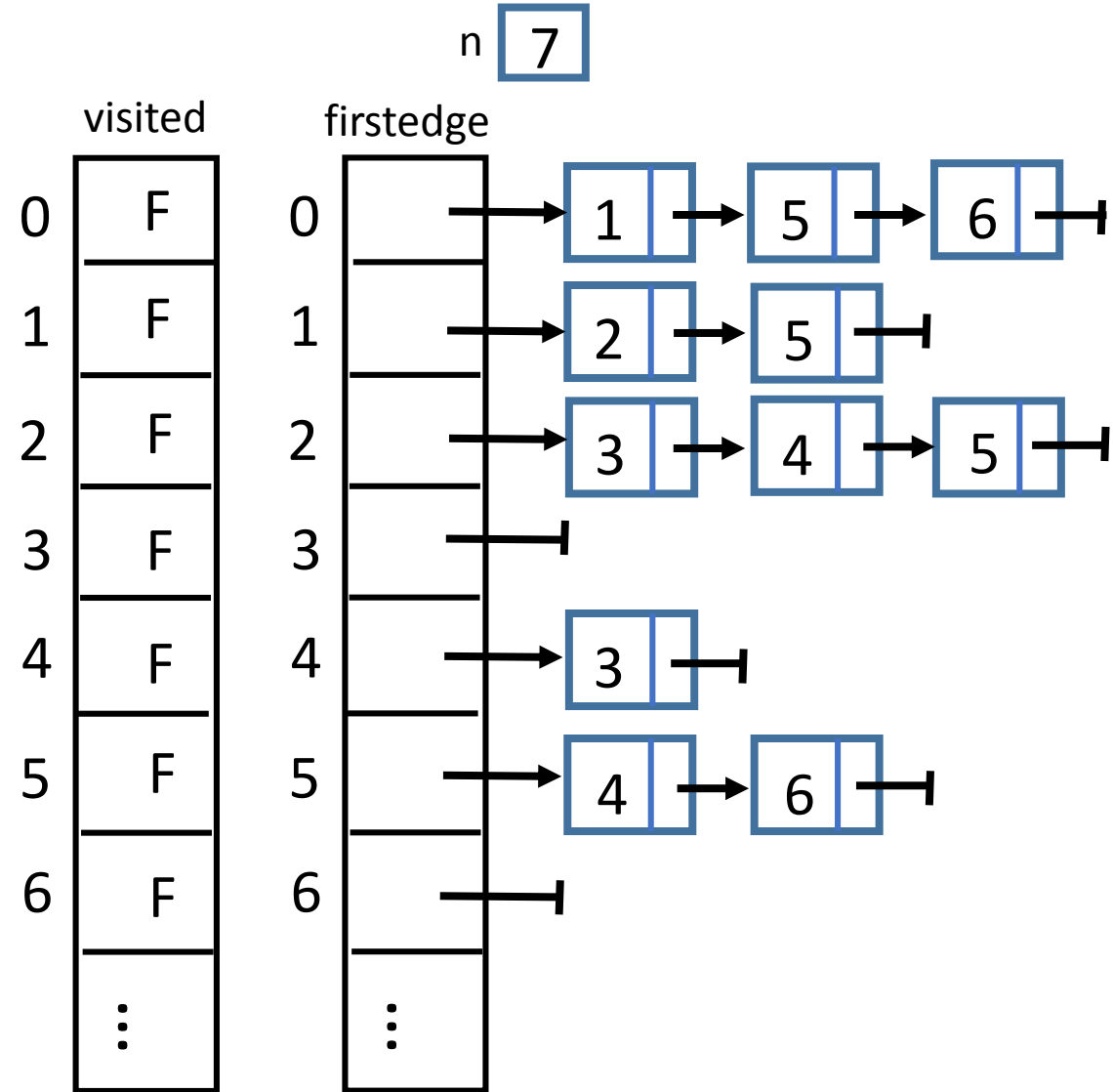
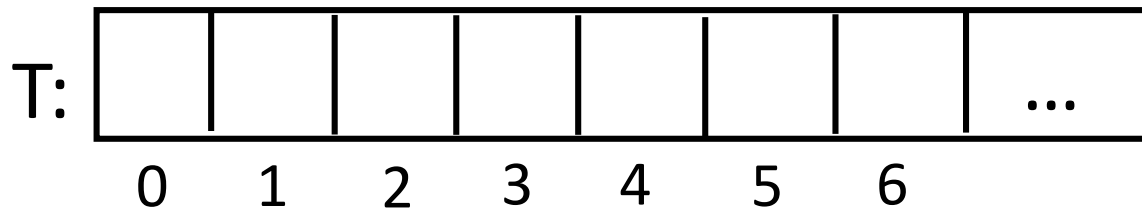


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

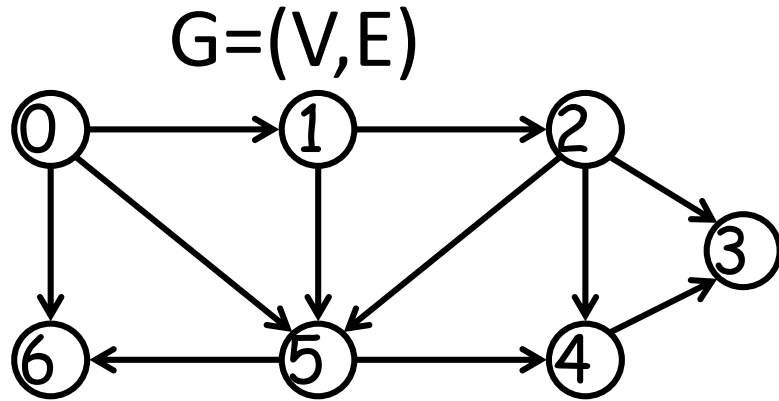


TopSort(G)
Sort(G,0,&place)

place 6

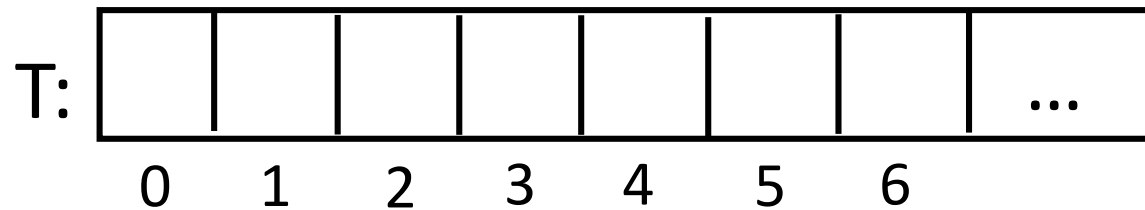


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

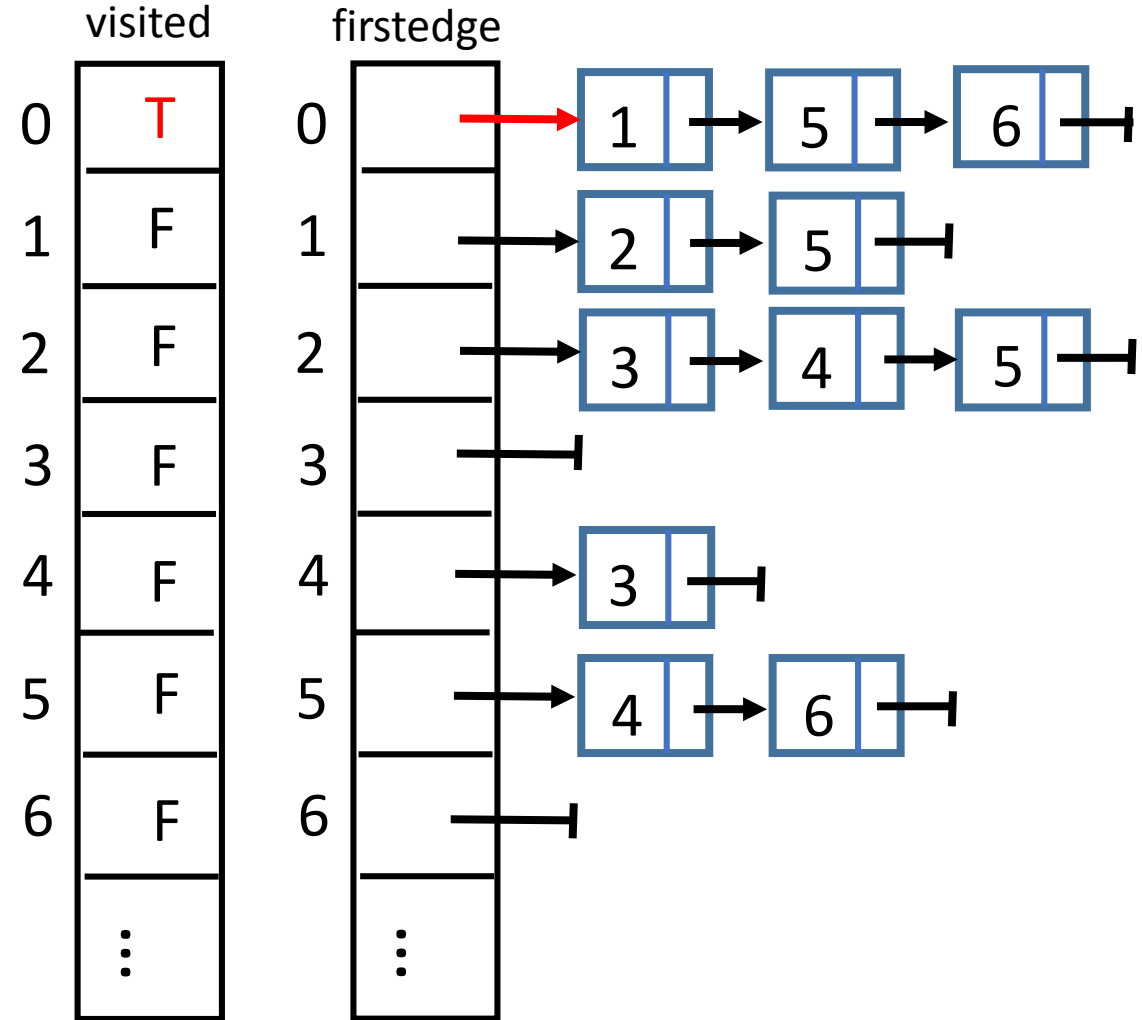


TopSort(G)
 Sort(G,0,&place)
 Sort(G,1,&place)

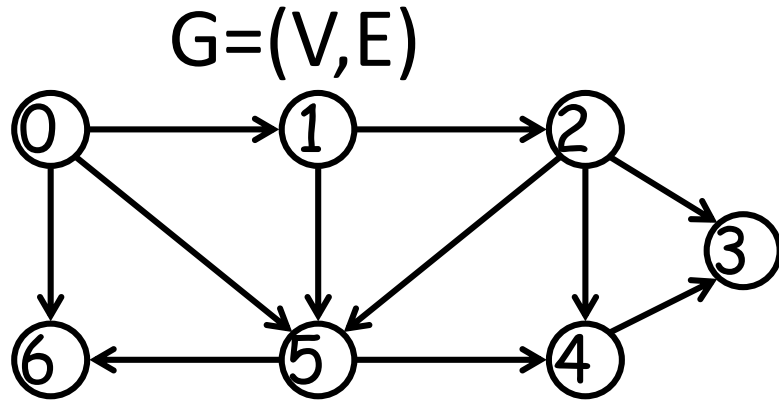
place 6



n 7 w 1

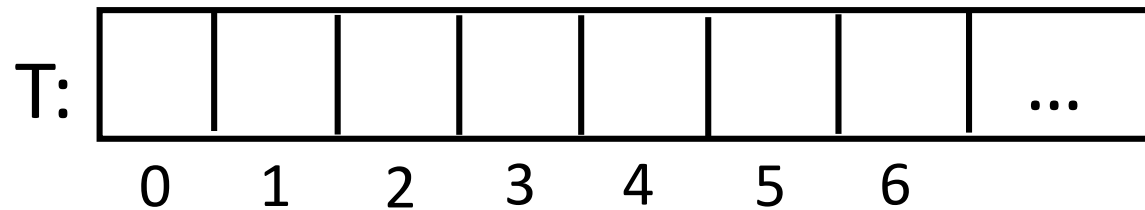


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

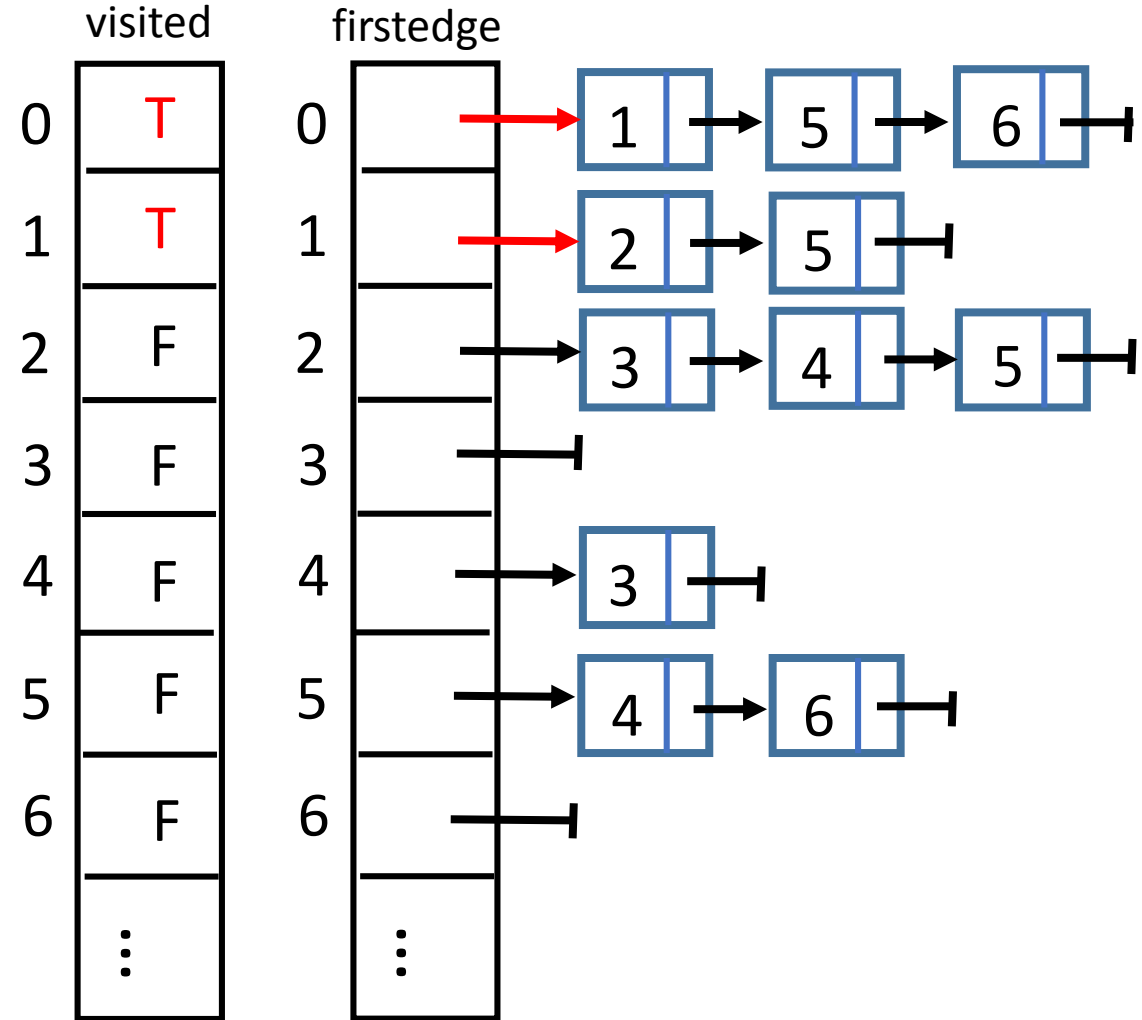


TopSort(G)
 Sort(G,0,&place)
 Sort(G,1,&place)
 Sort(G,2,&place)

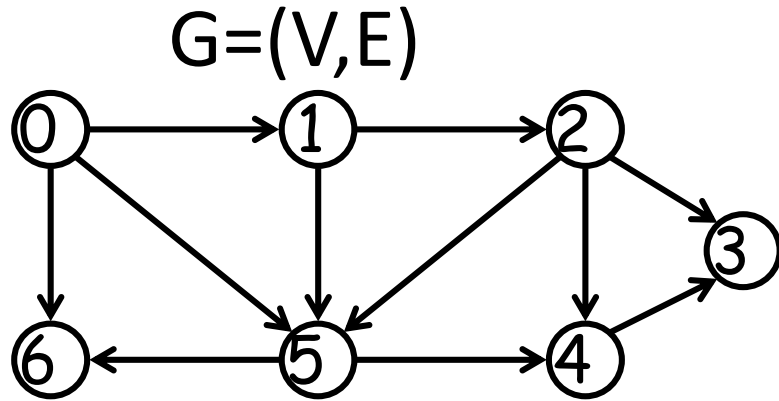
place 6



n 7 w 2

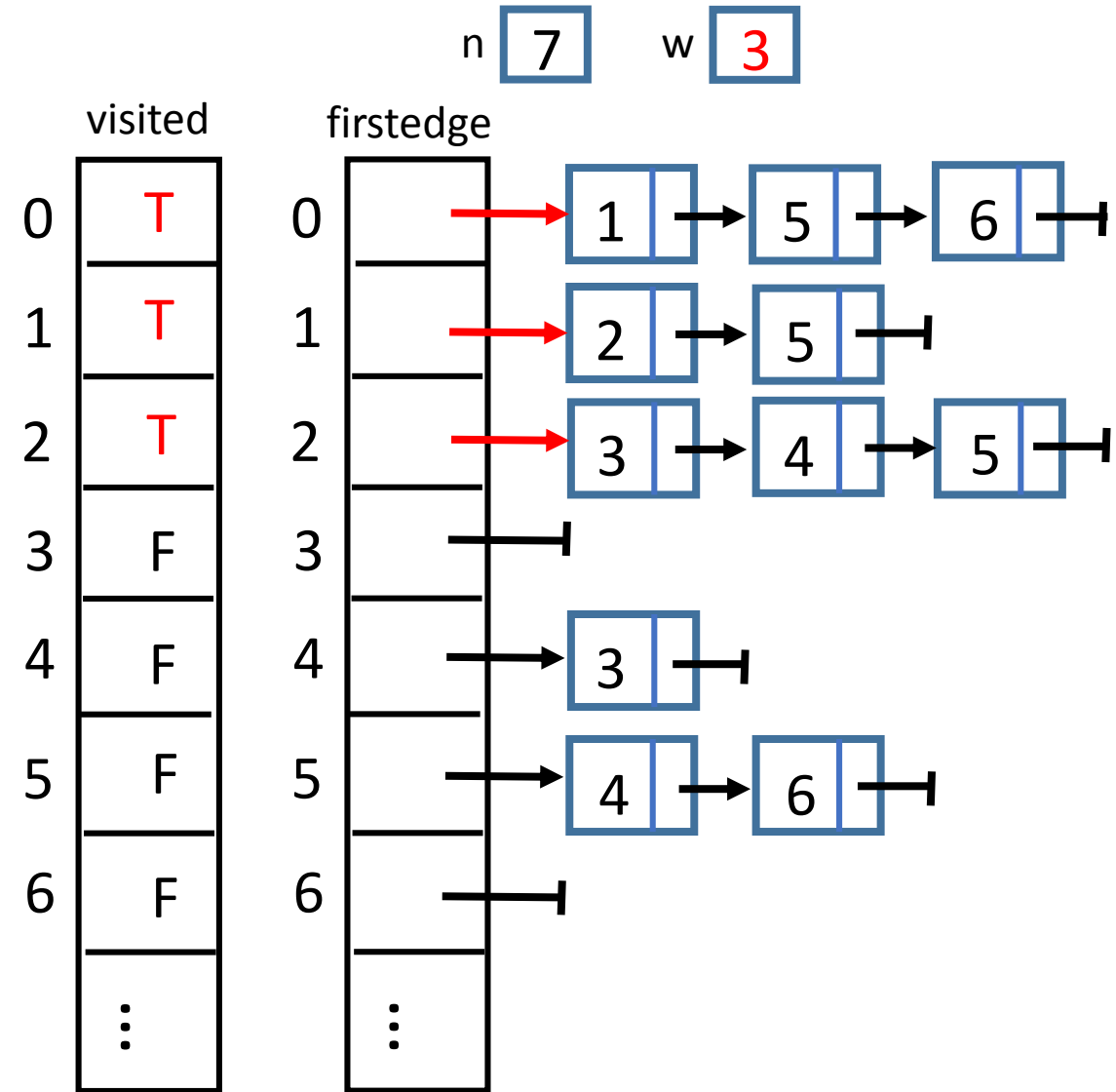
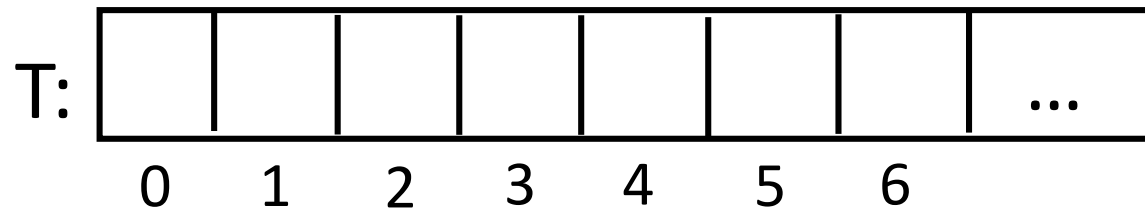


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

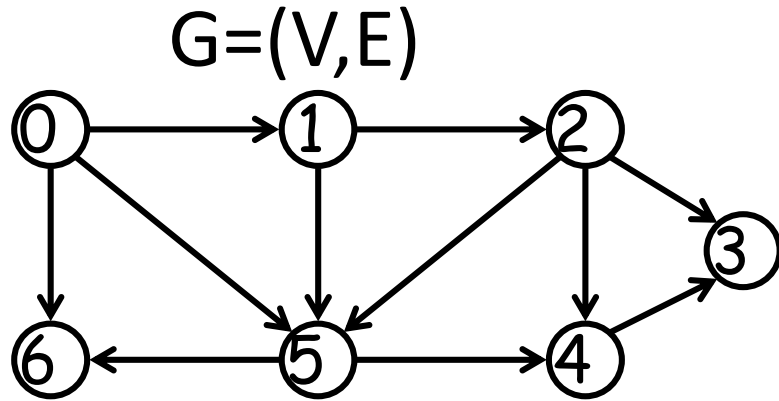


TopSort(G)
Sort(G,0,&place)
Sort(G,1,&place)
Sort(G,2,&place)
Sort(G,3,&place)

place 6

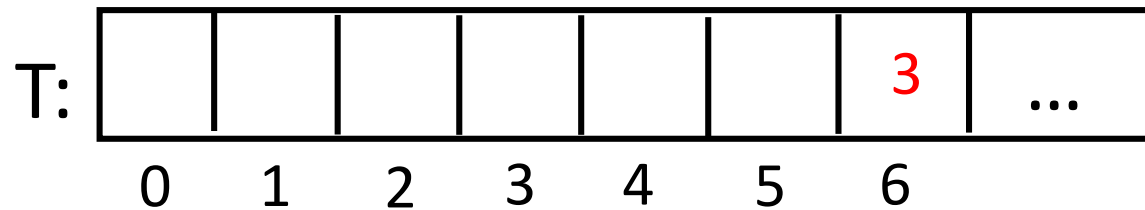


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

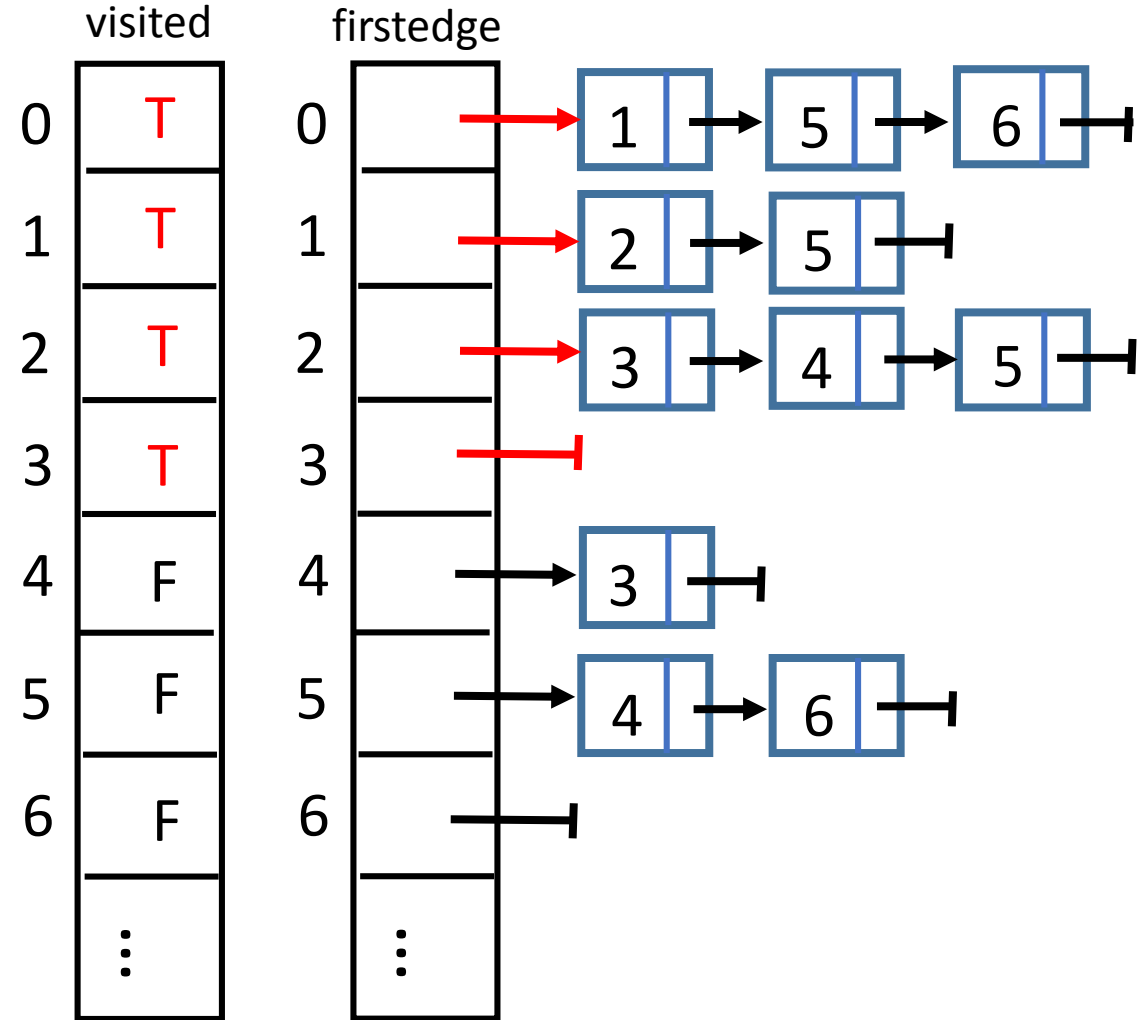


TopSort(G)
Sort(G,0,&place)
Sort(G,1,&place)
Sort(G,2,&place)
Sort(G,3,&place)

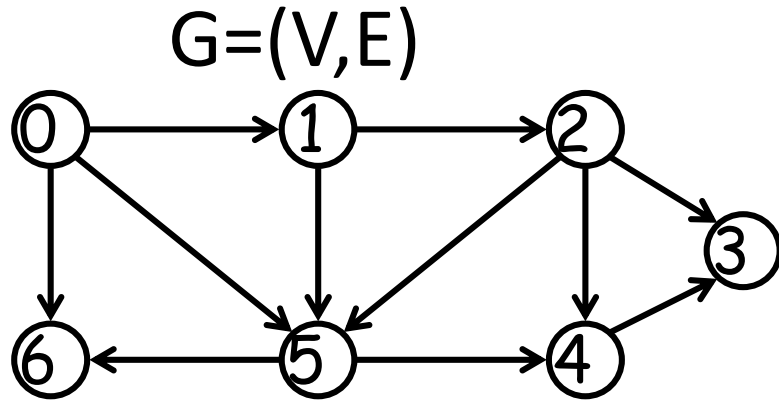
place 5



n 7 w 3

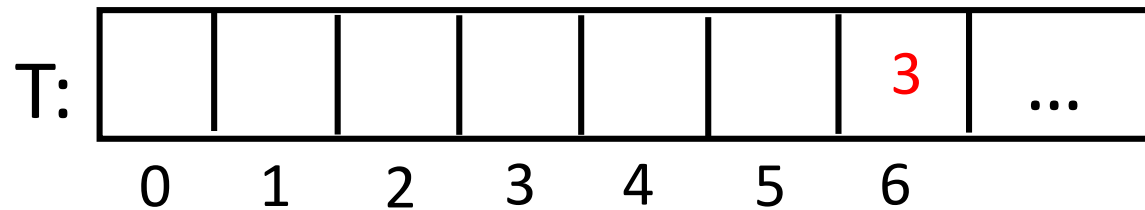


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

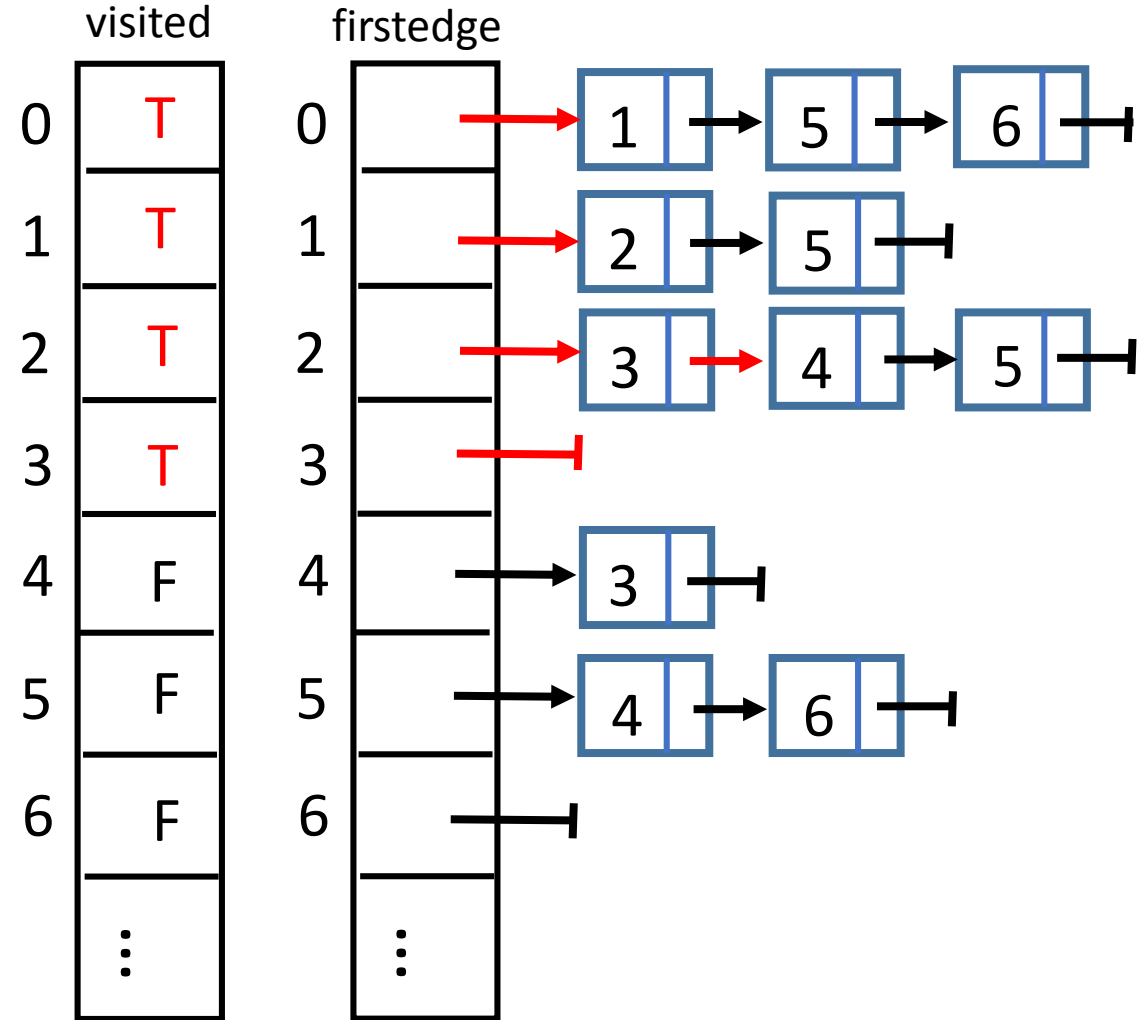


TopSort(G)
 Sort(G,0,&place)
 Sort(G,1,&place)
 Sort(G,2,&place)
 Sort(G,3,&place)
 Sort(G,4,&place)

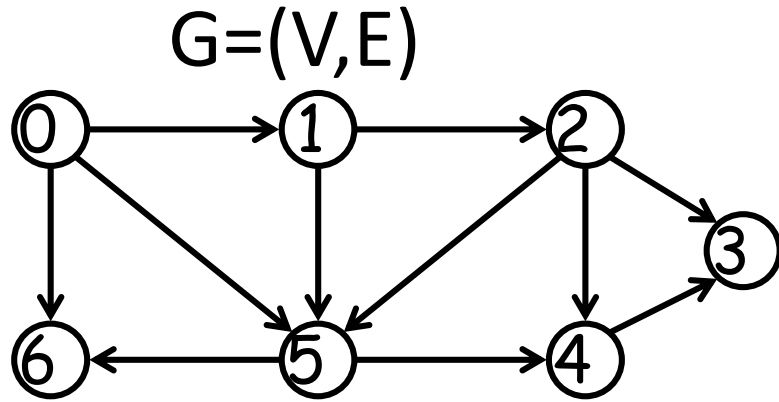
place 5



n 7 w 4

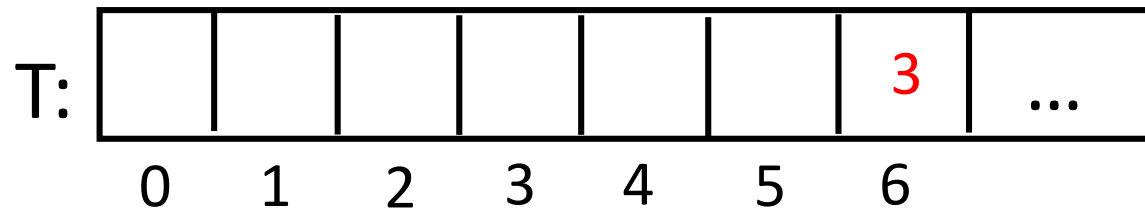


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

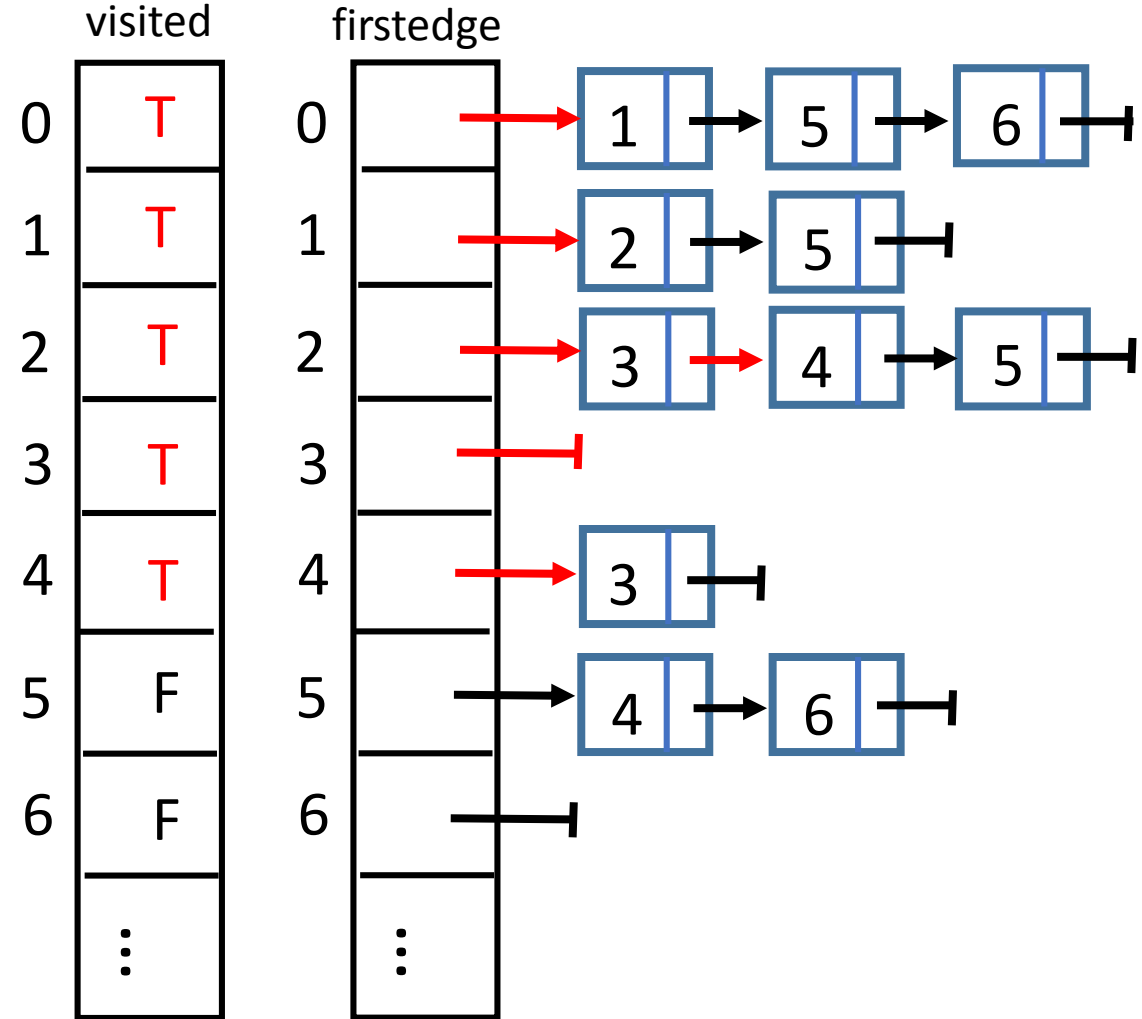


TopSort(G)
 Sort(G,0,&place)
 Sort(G,1,&place)
 Sort(G,2,&place)
 Sort(G,3,&place)
 Sort(G,4,&place)

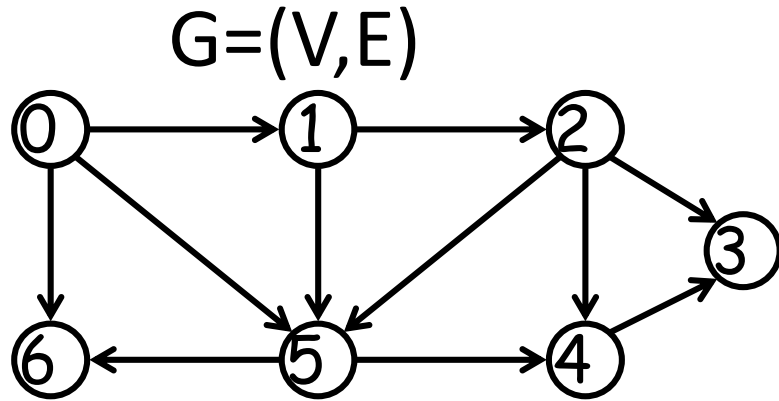
place 5



n 7 w 3

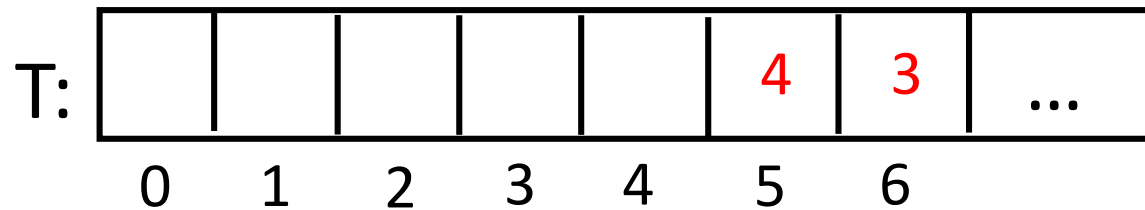


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק

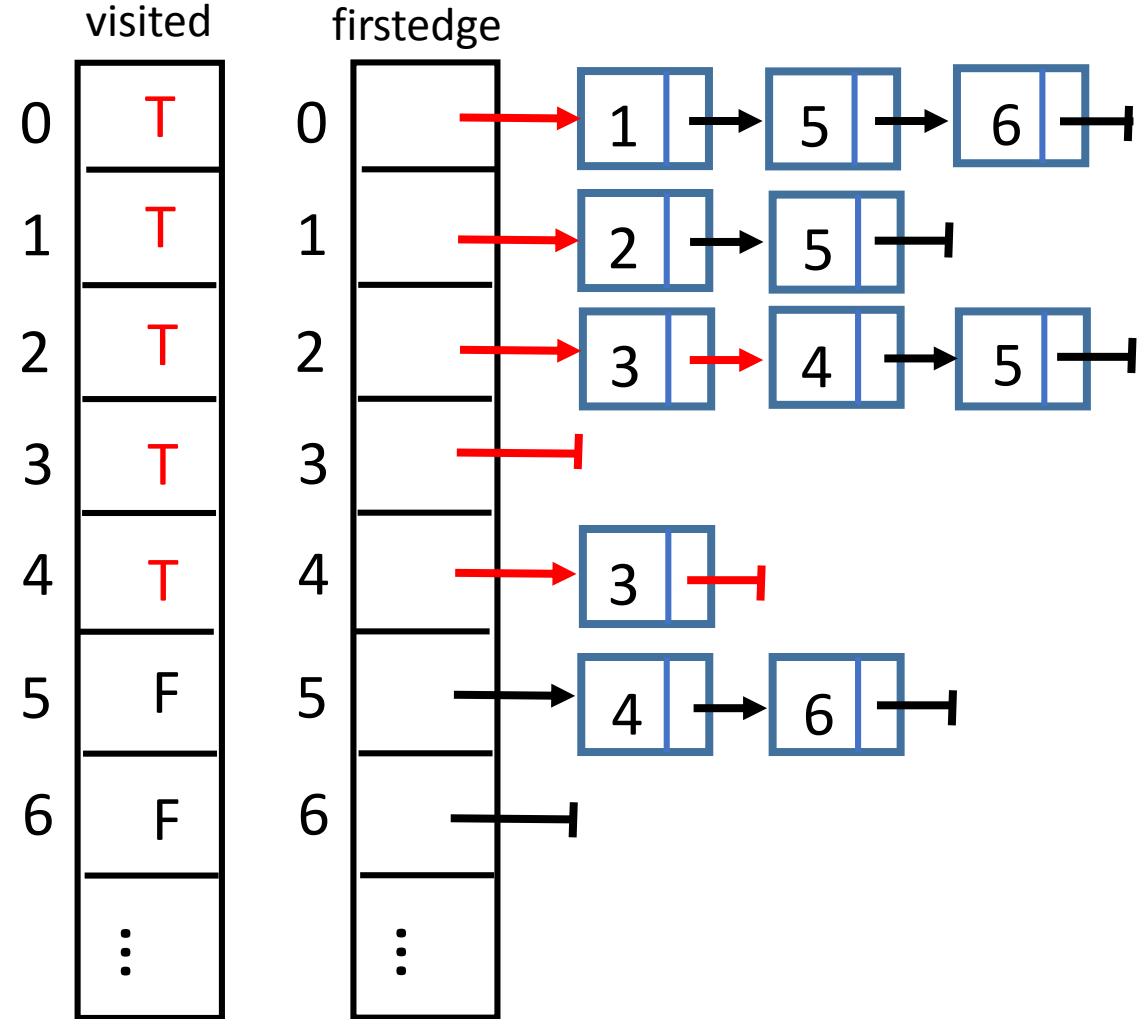


TopSort(G)
 Sort(G,0,&place)
 Sort(G,1,&place)
 Sort(G,2,&place)
 Sort(G,3,&place)
 Sort(G,4,&place)

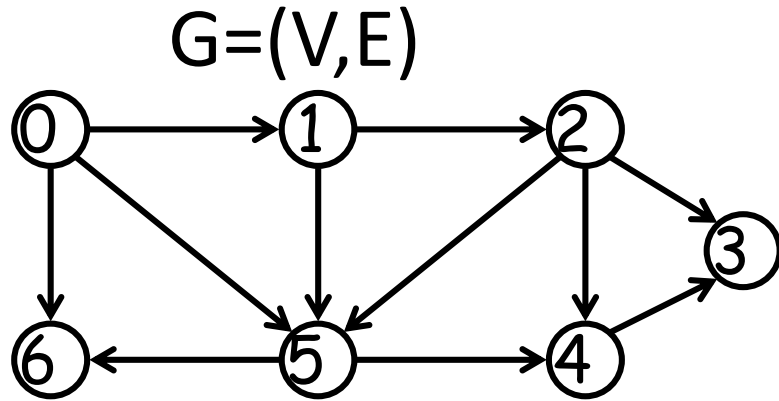
place 4



n 7 w 3



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

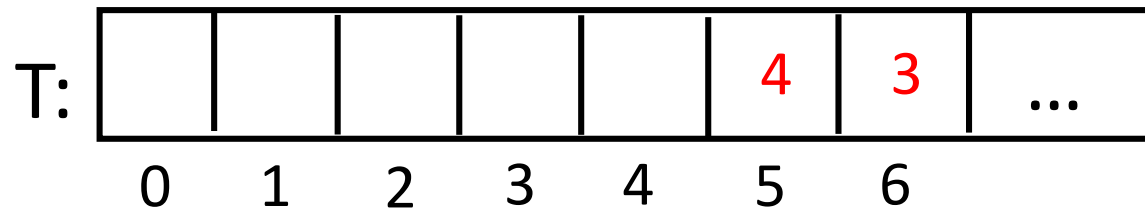
Sort(G,2,&place)

Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

place 4

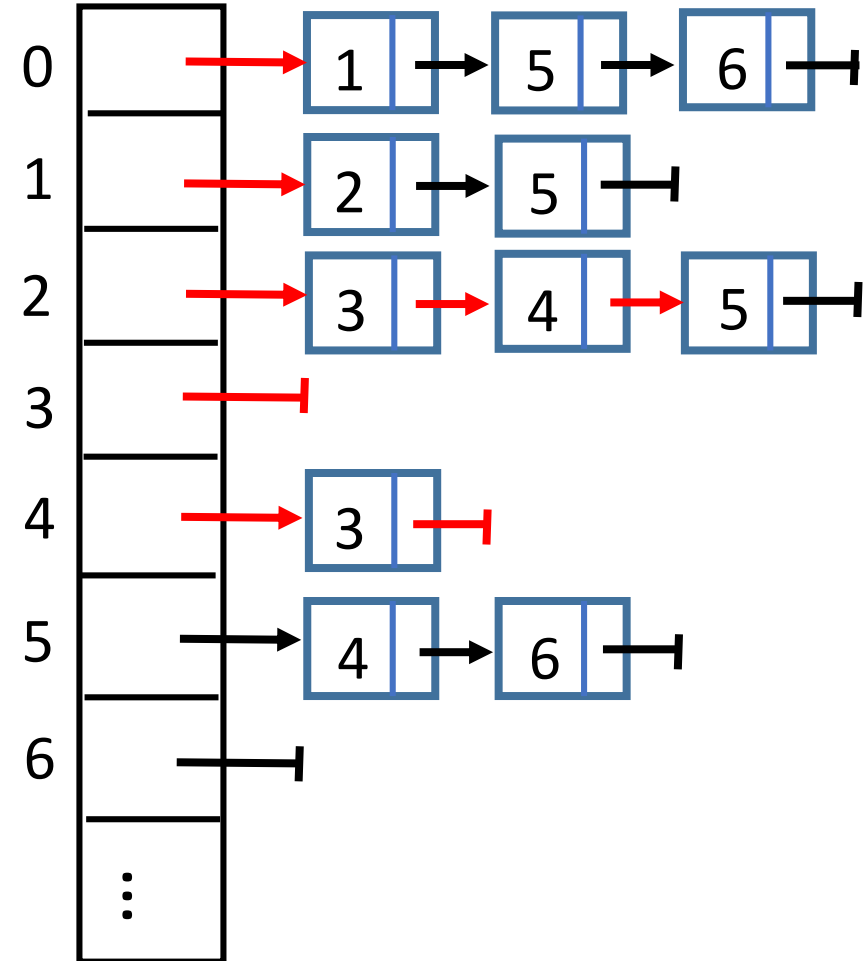


n 7 w 5

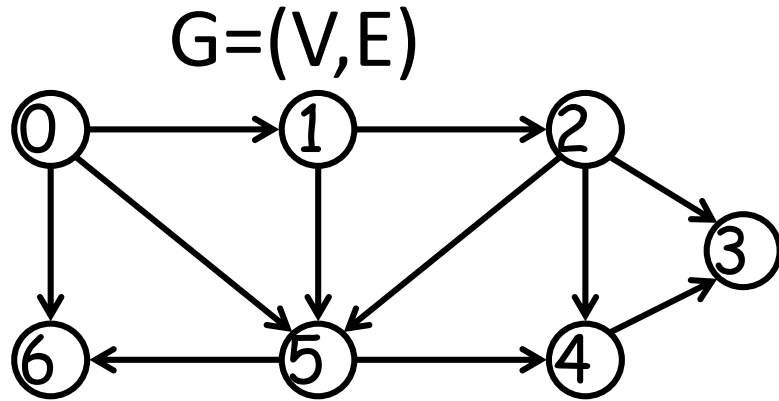
visited

0	T
1	T
2	T
3	T
4	T
5	F
6	F
⋮	

firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

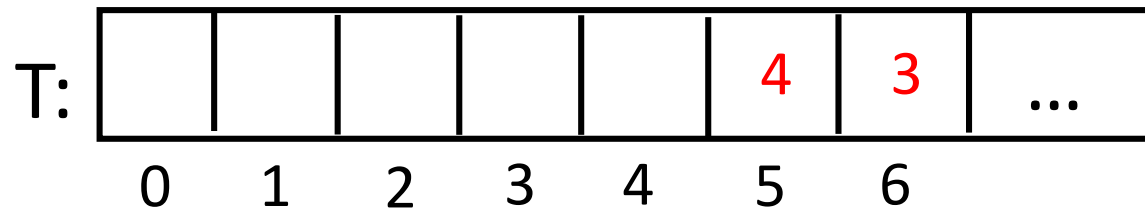
Sort(G,2,&place)

Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

place 4

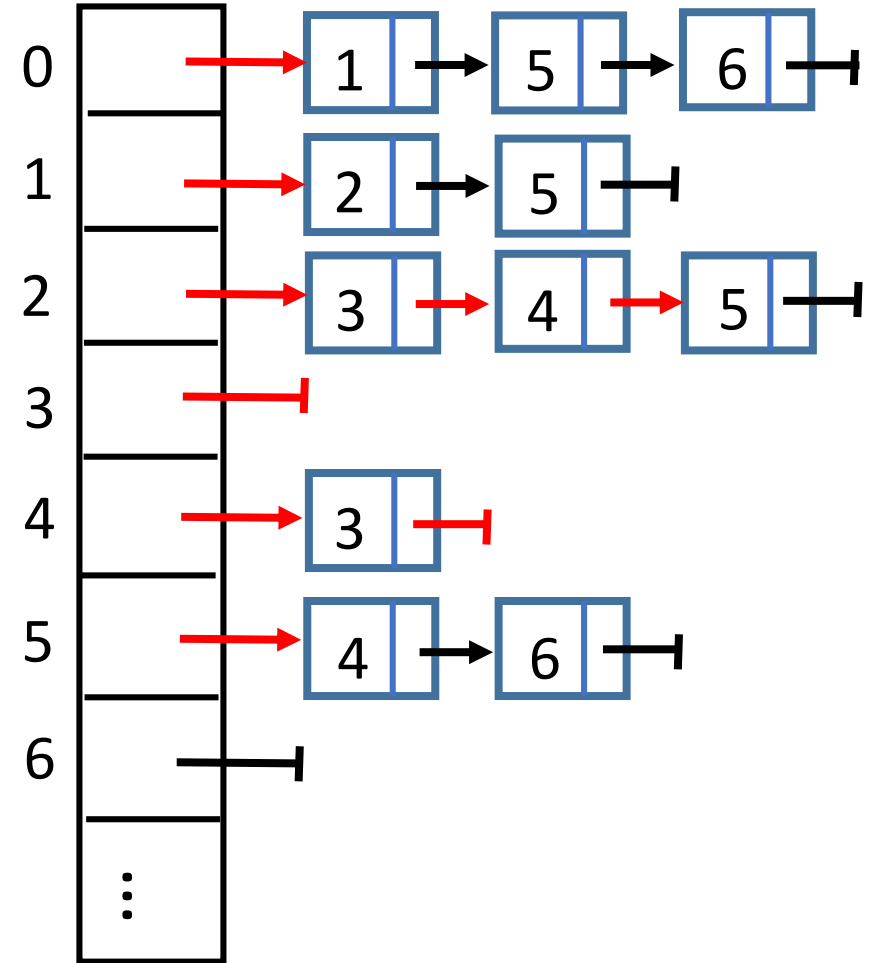


n 7 w 4

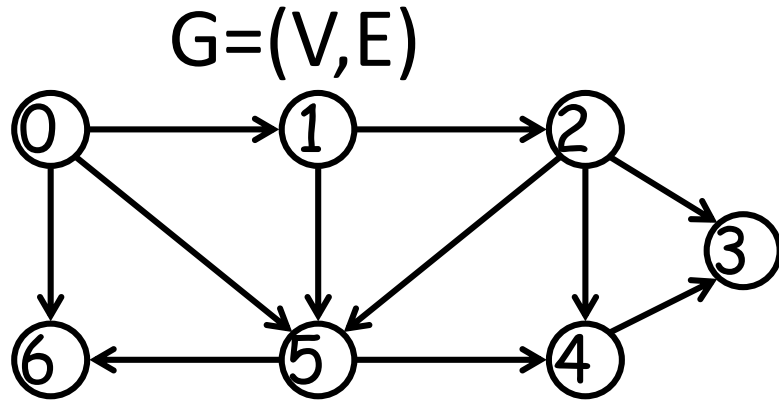
visited

0	T
1	T
2	T
3	T
4	T
5	T
6	F
⋮	

firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

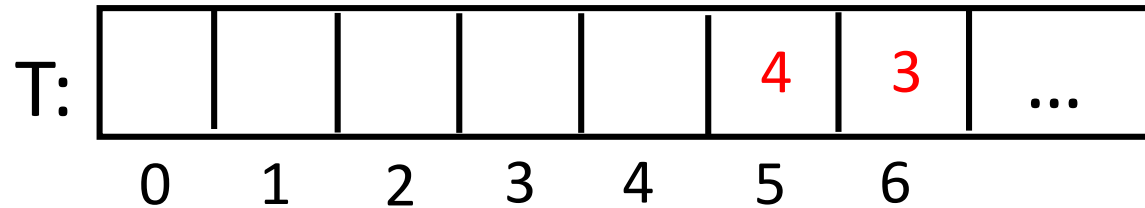
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

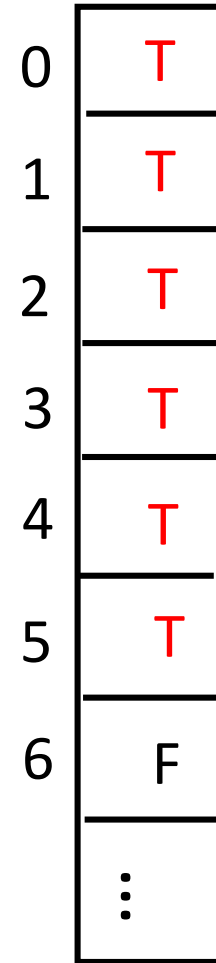
Sort(G,6,&place)

place 4

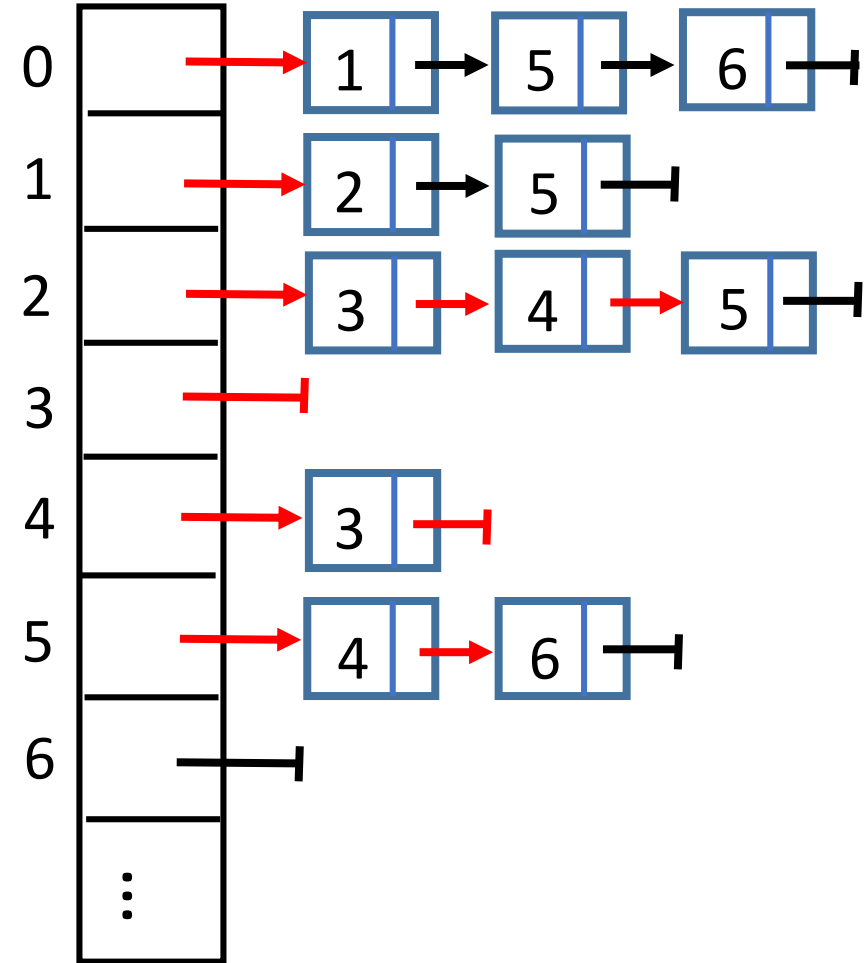


n 7 w 6

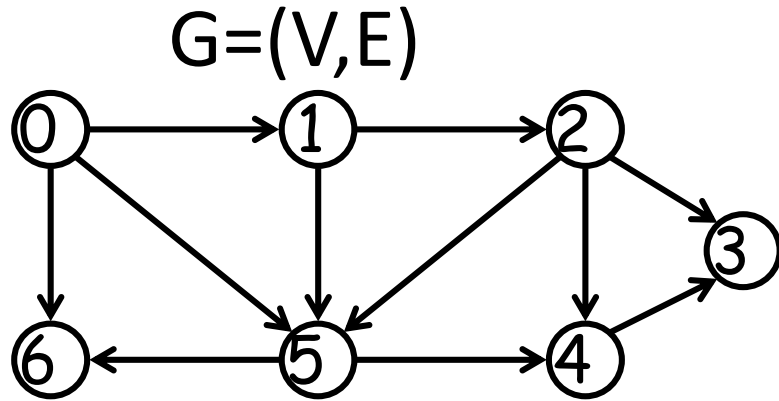
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

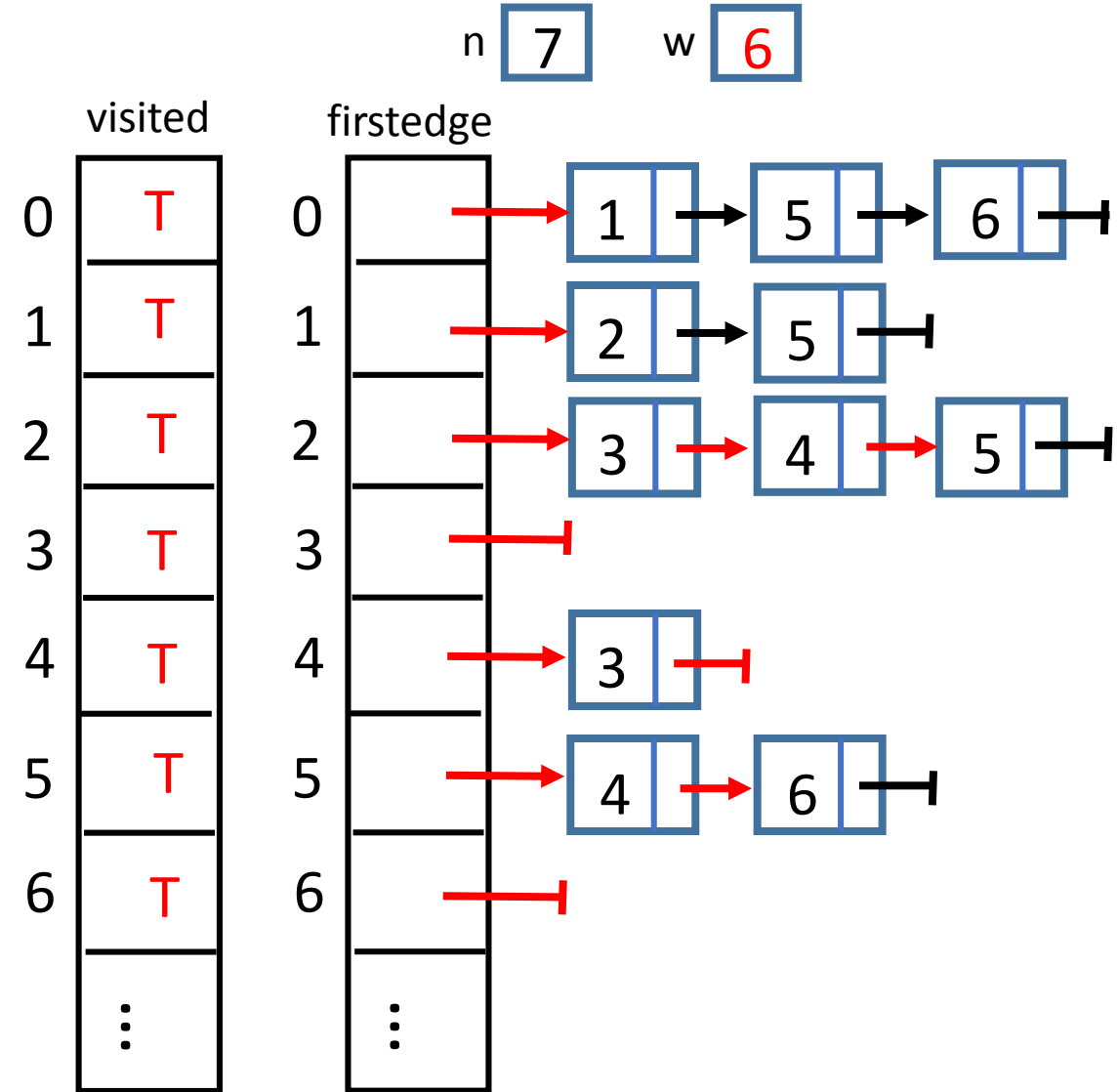
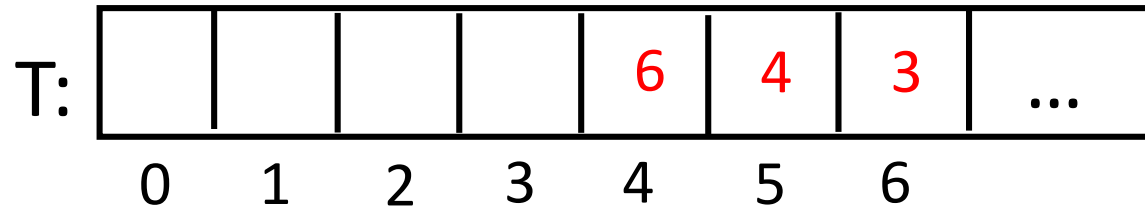
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

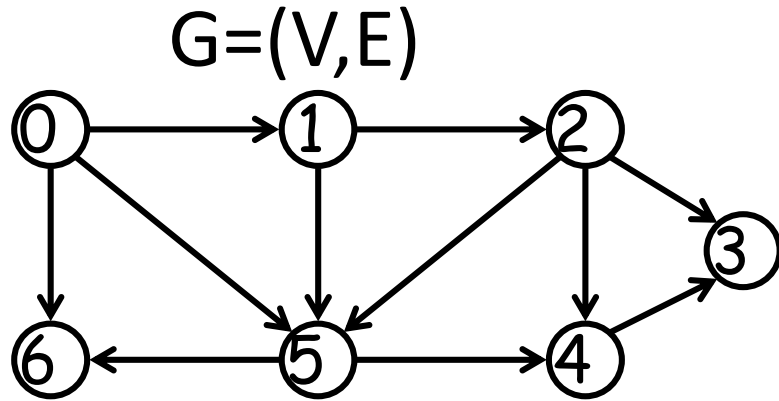
Sort(G,5,&place)

Sort(G,6,&place)

place 3



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

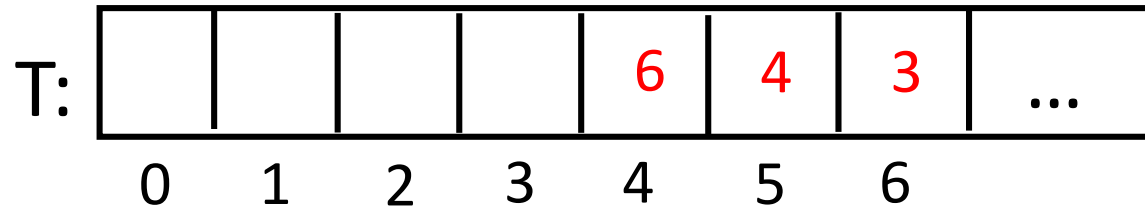
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

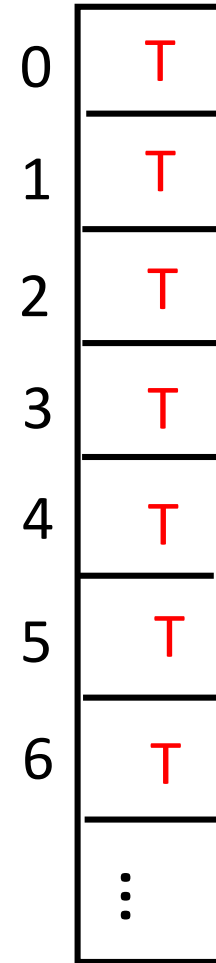
Sort(G,6,&place)

place 3

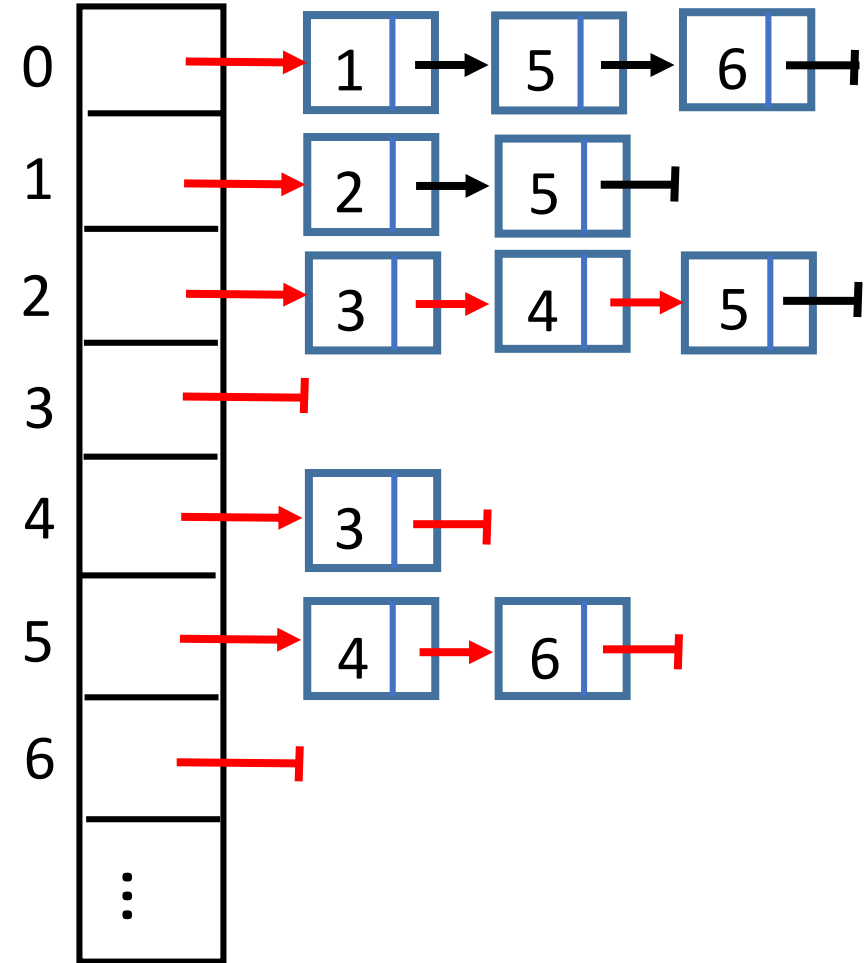


n 7 w 6

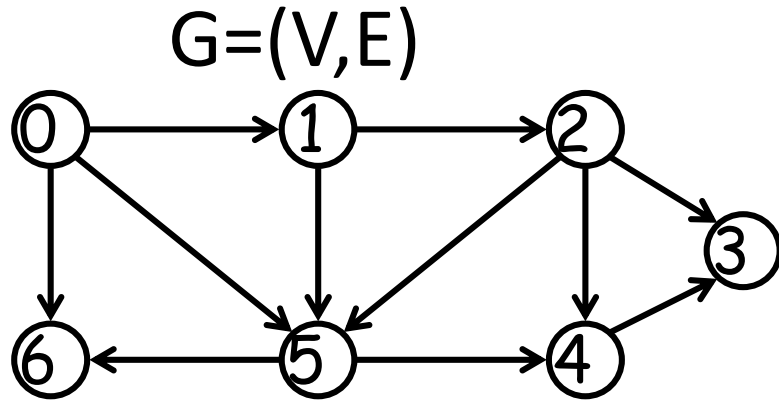
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

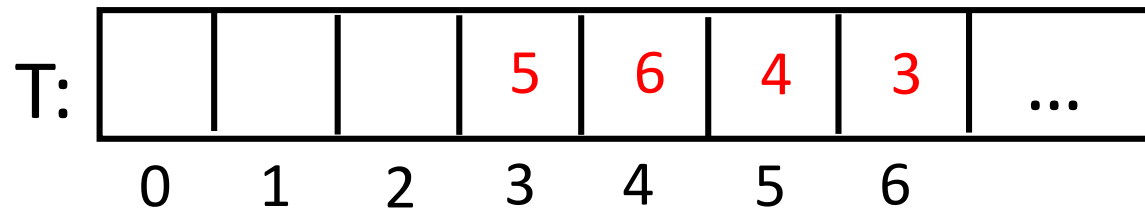
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

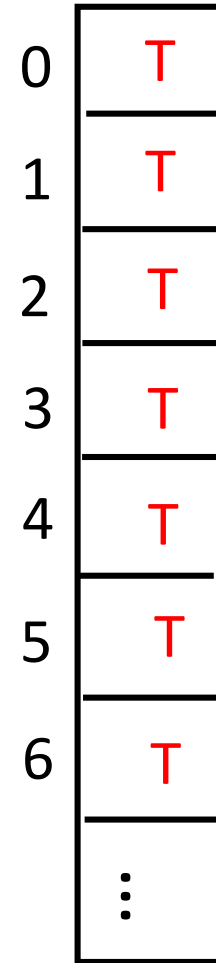
Sort(G,6,&place)

place **2**

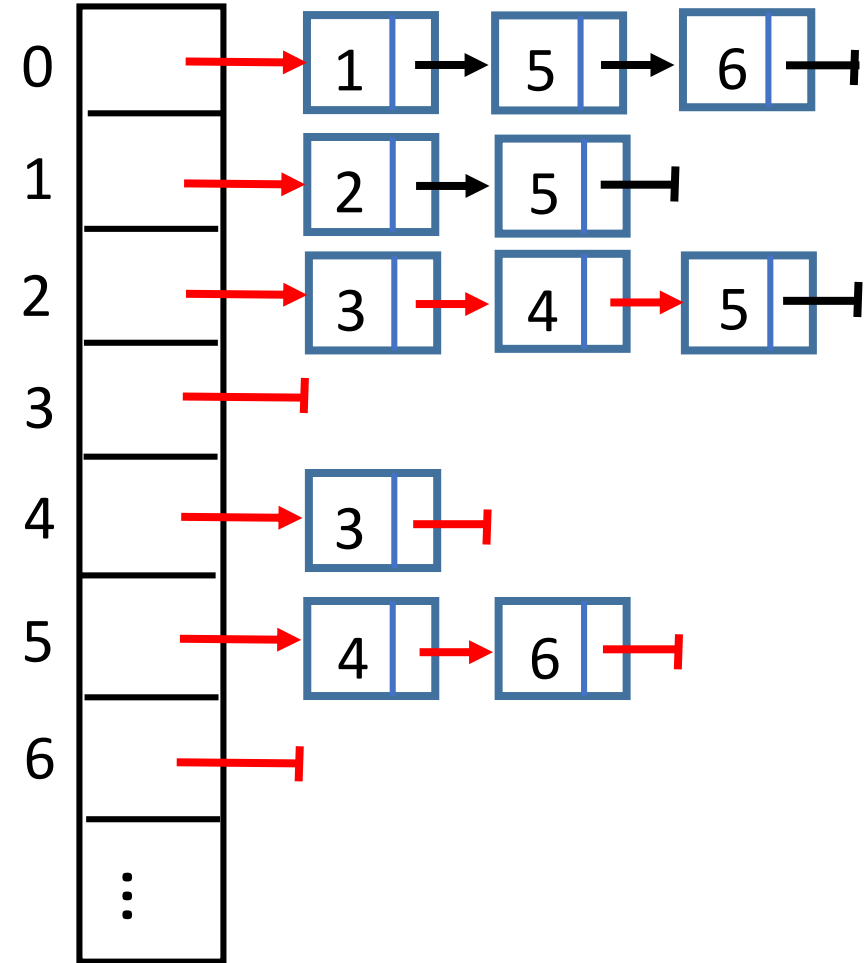


n **7** w **6**

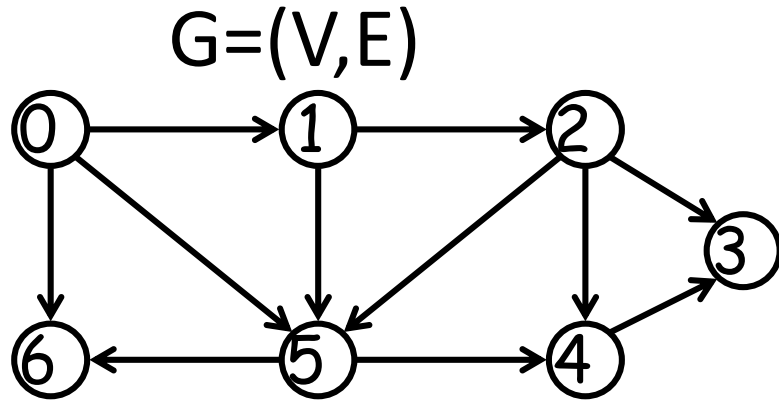
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

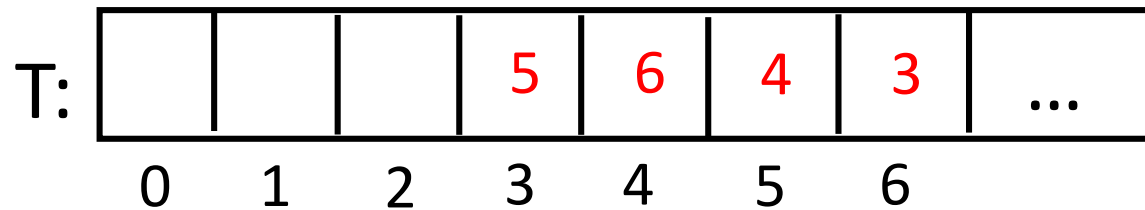
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

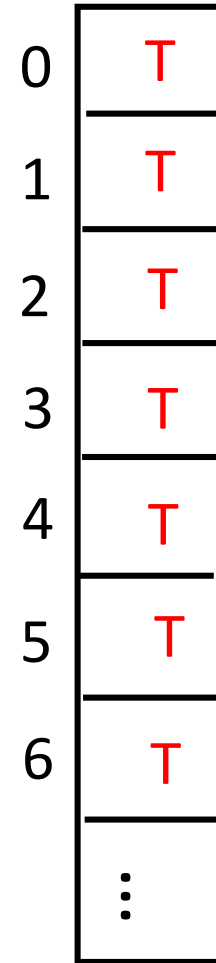
Sort(G,6,&place)

place 2

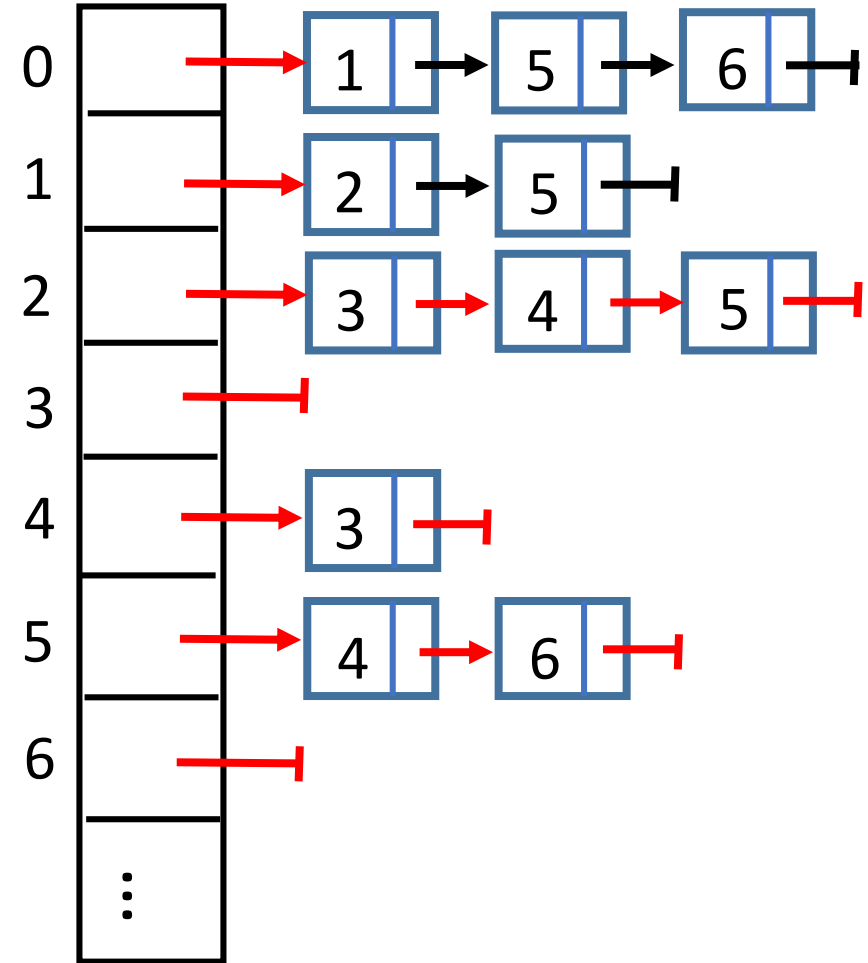


n 7 w 5

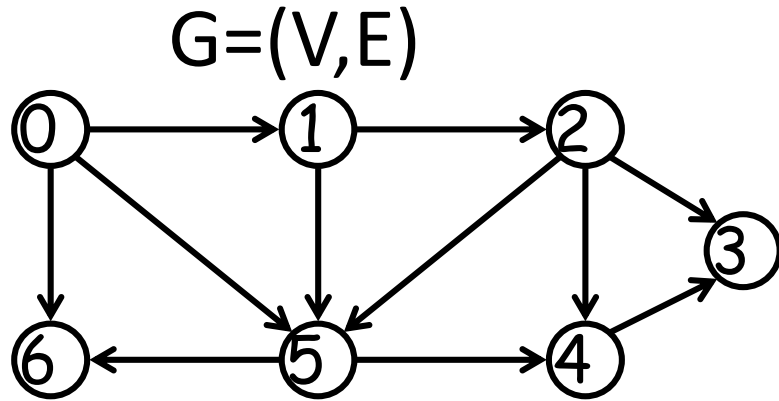
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

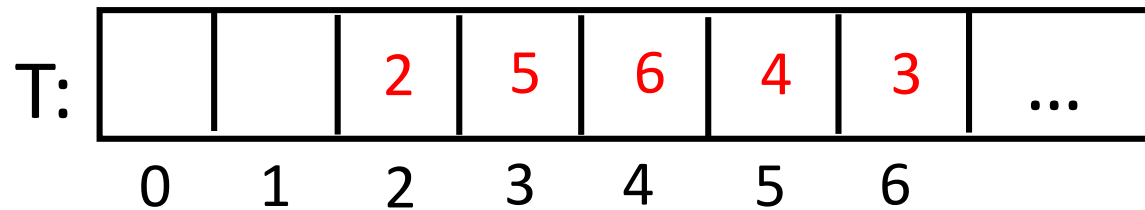
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

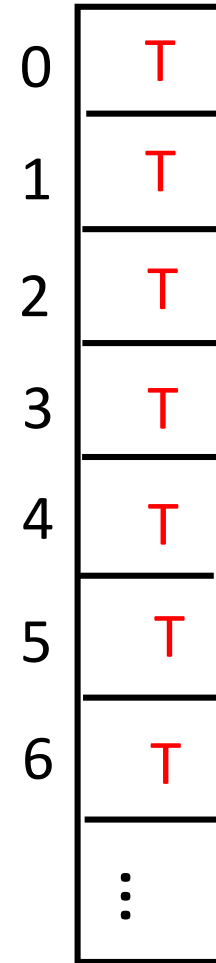
Sort(G,6,&place)

place 1

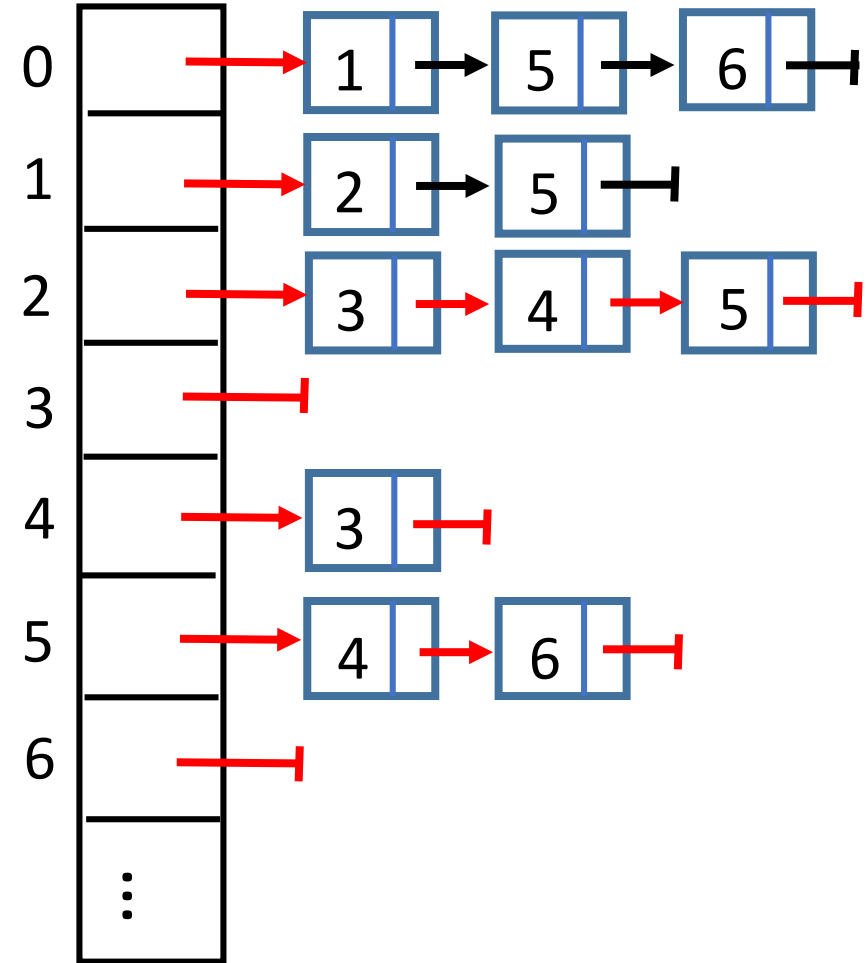


n 7 w 5

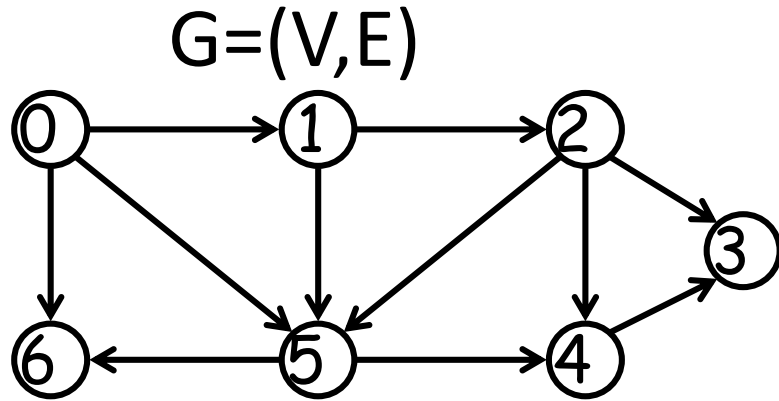
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

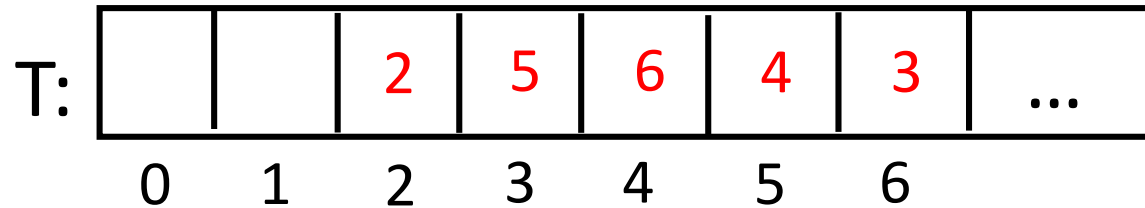
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

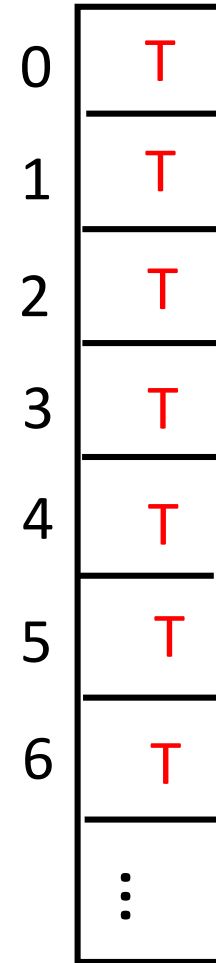
Sort(G,6,&place)

place 1

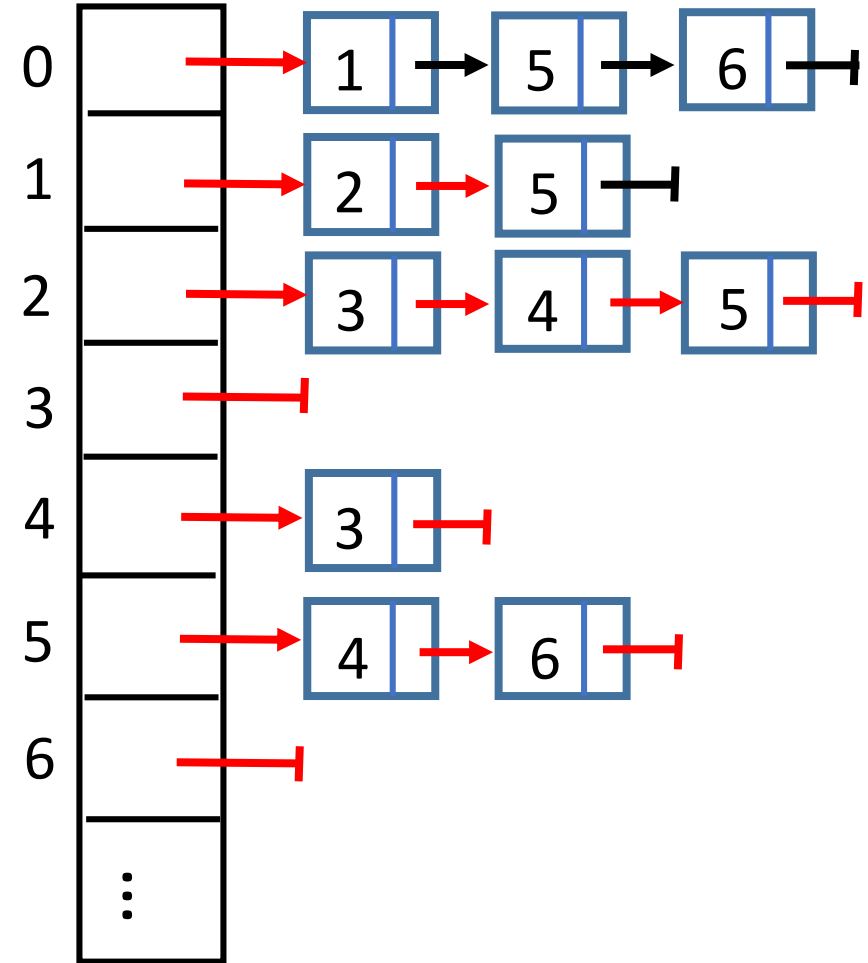


n 7 w 5

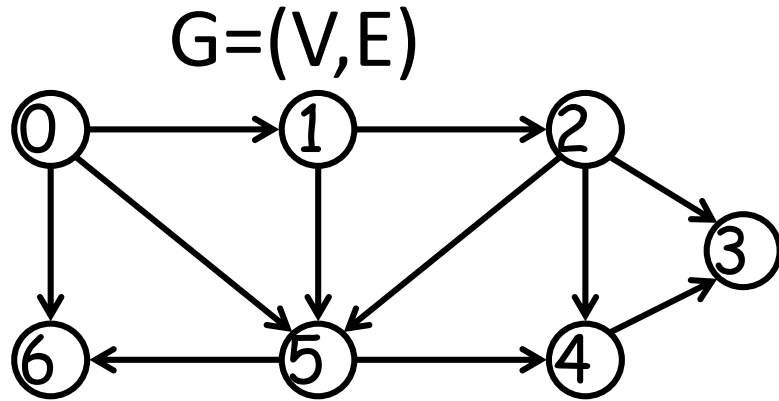
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

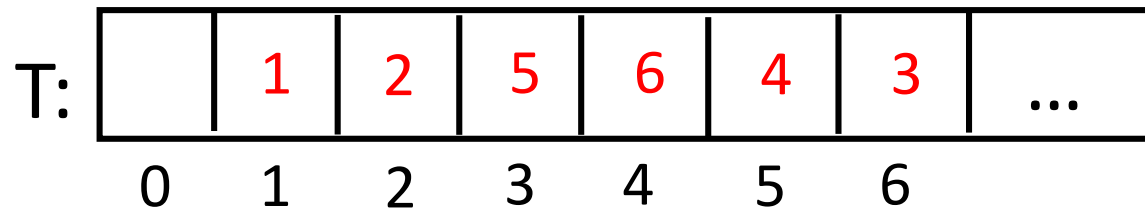
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

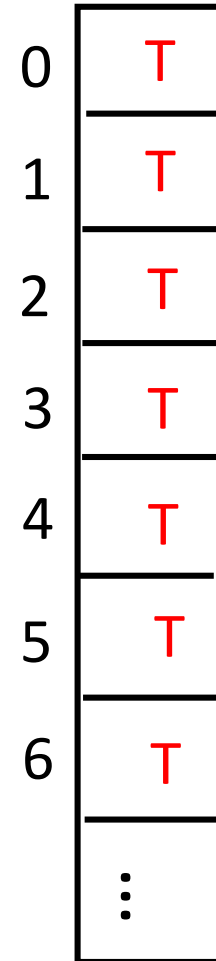
Sort(G,6,&place)

place 0

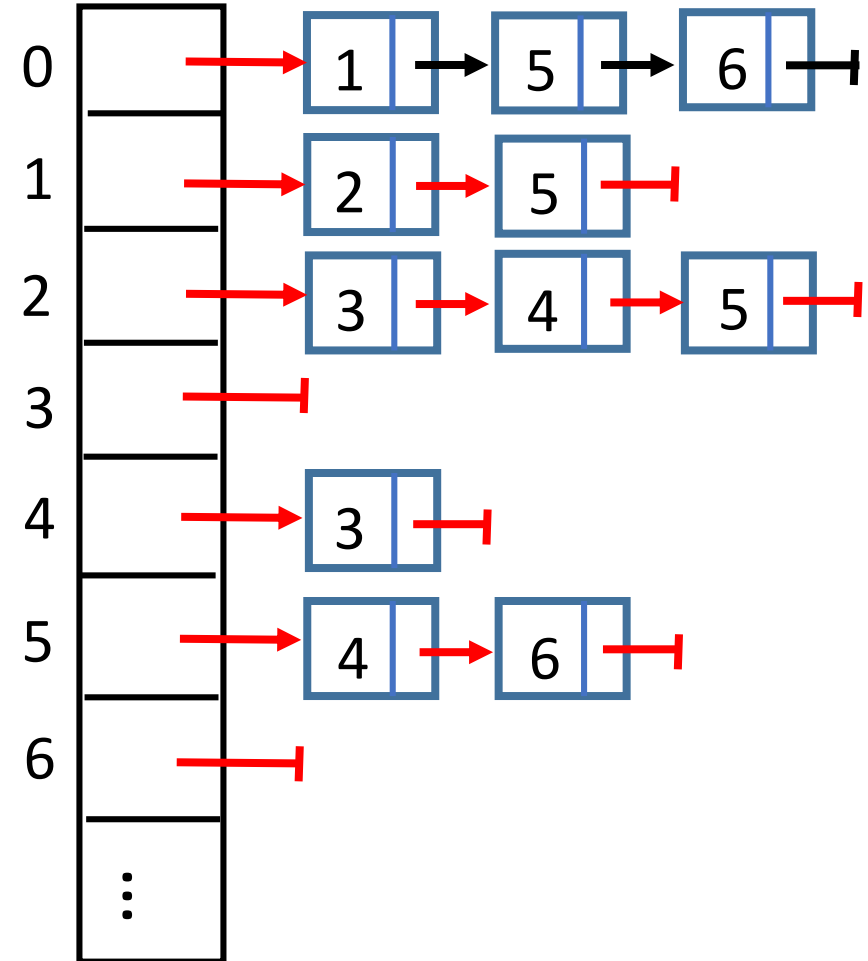


n 7 w 5

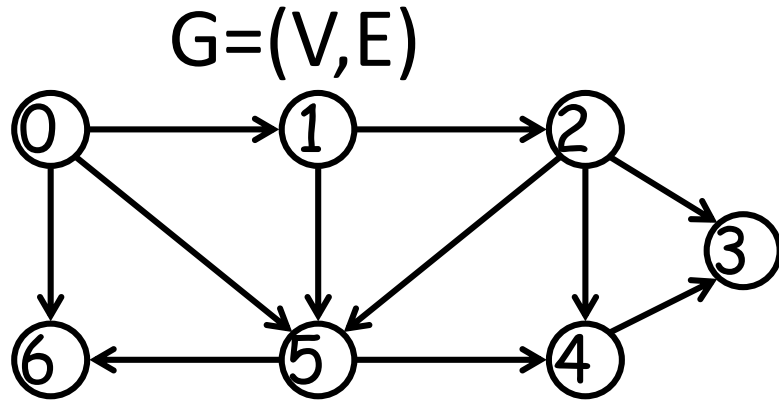
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

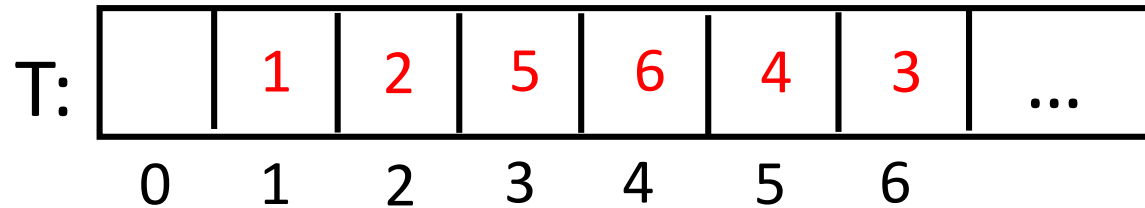
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

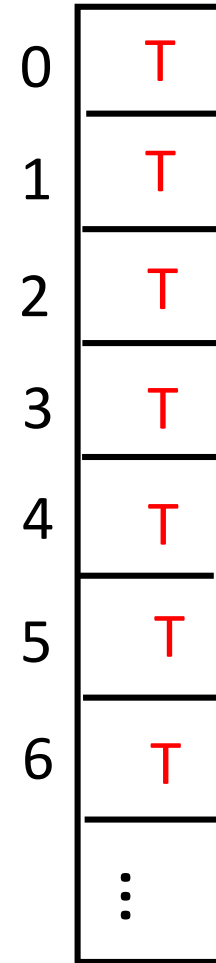
Sort(G,6,&place)

place 0

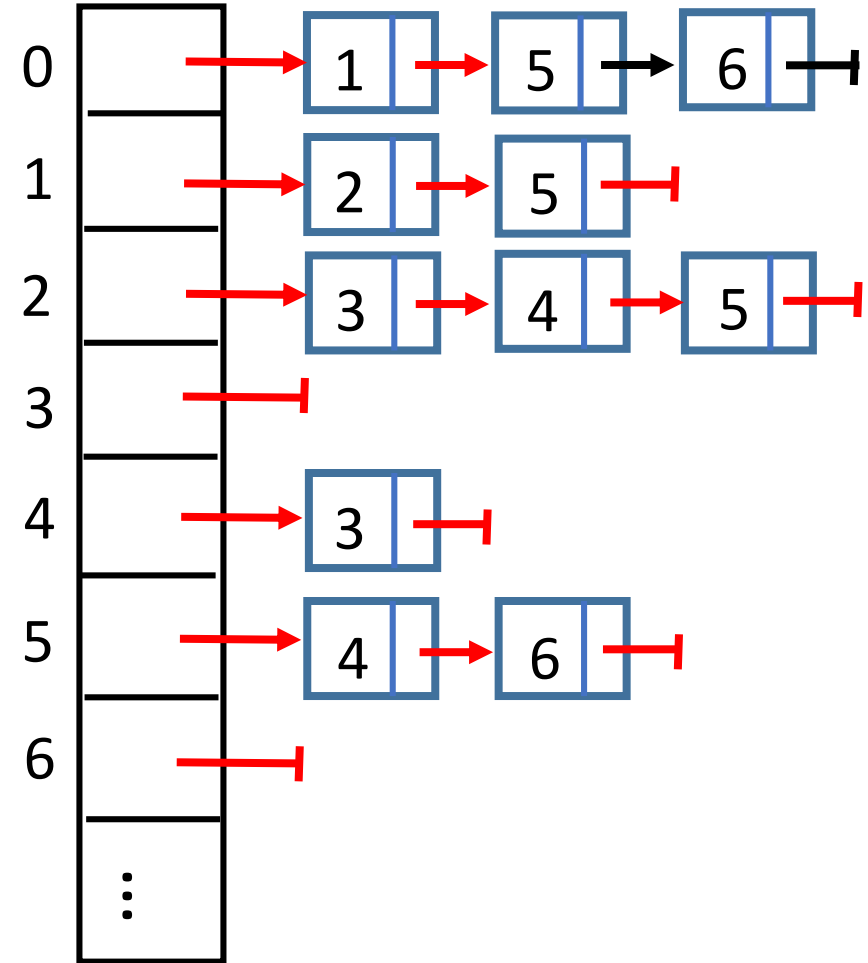


n 7 w 5

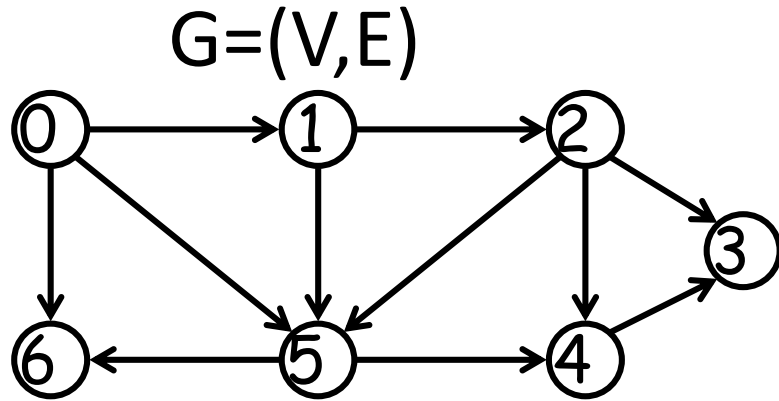
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

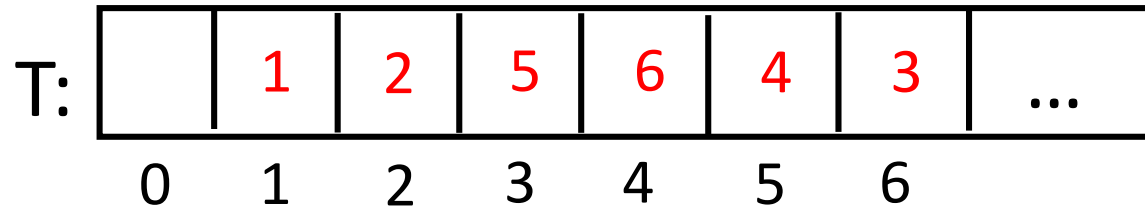
Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

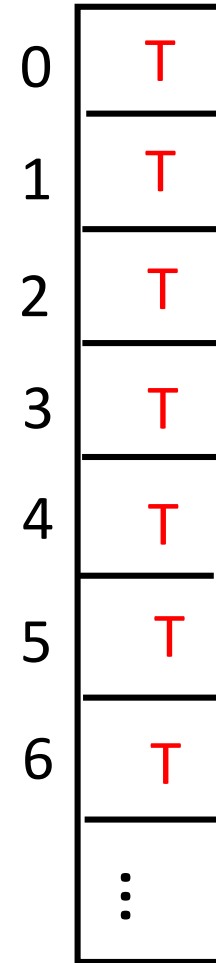
Sort(G,6,&place)

place 0

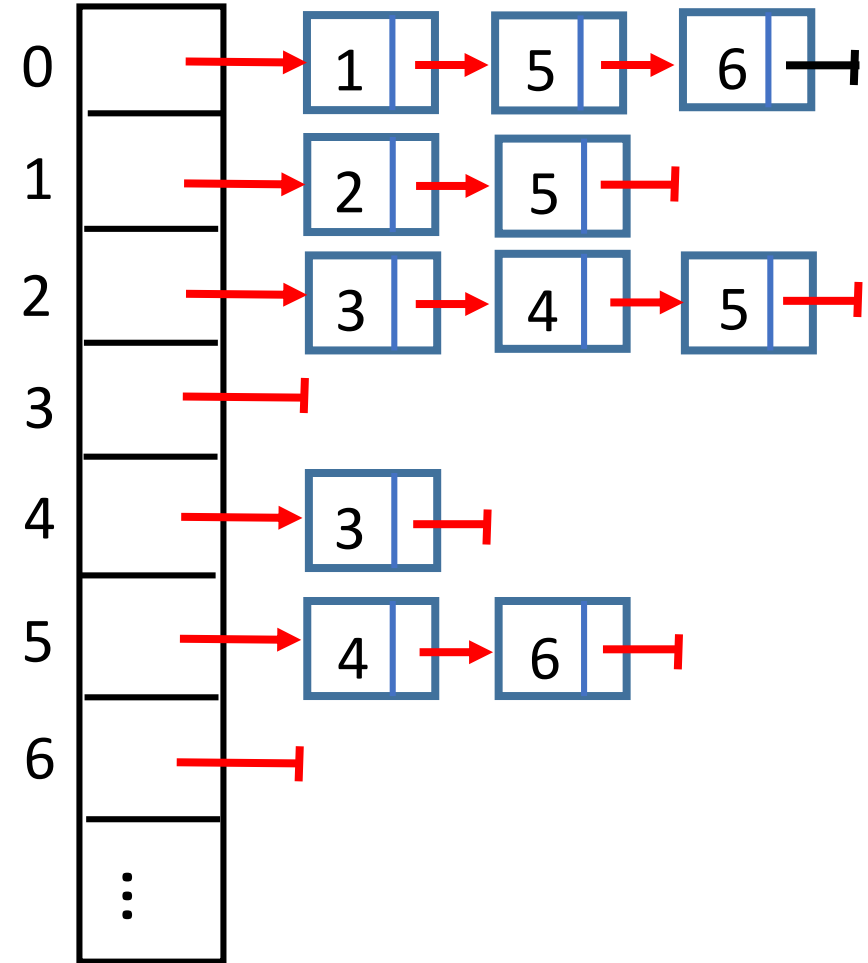


n 7 w 6

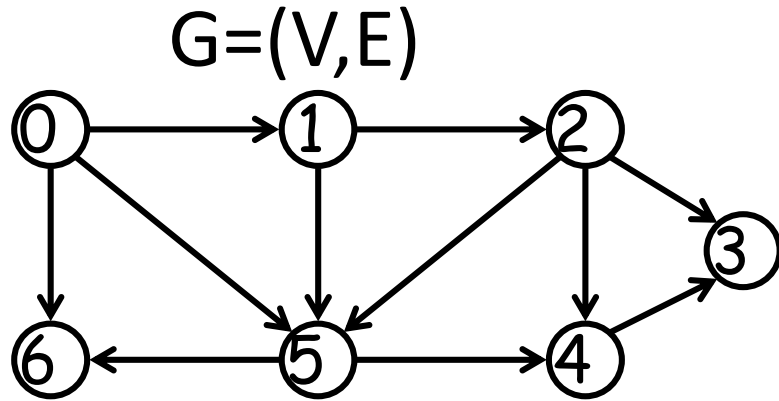
visited



firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)

Sort(G,1,&place)

Sort(G,2,&place)

Sort(G,3,&place)

Sort(G,4,&place)

Sort(G,5,&place)

Sort(G,6,&place)

place -1

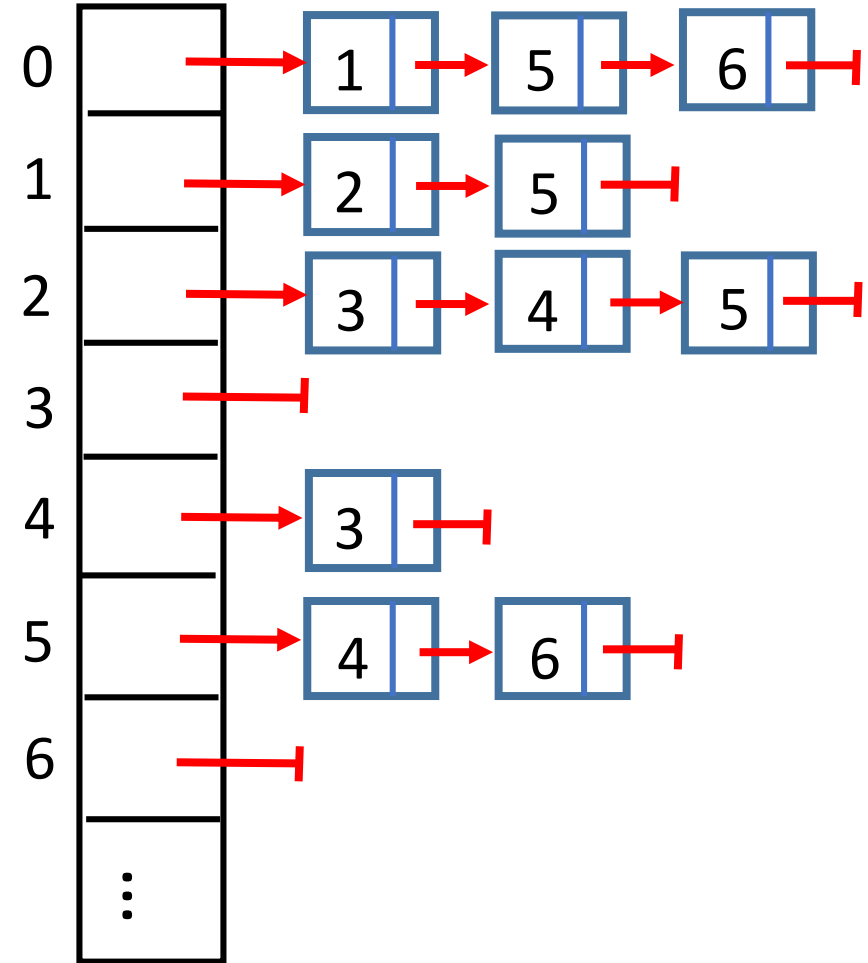
T:	0	1	2	5	6	4	3	...
	0	1	2	3	4	5	6	

n 7 w 6

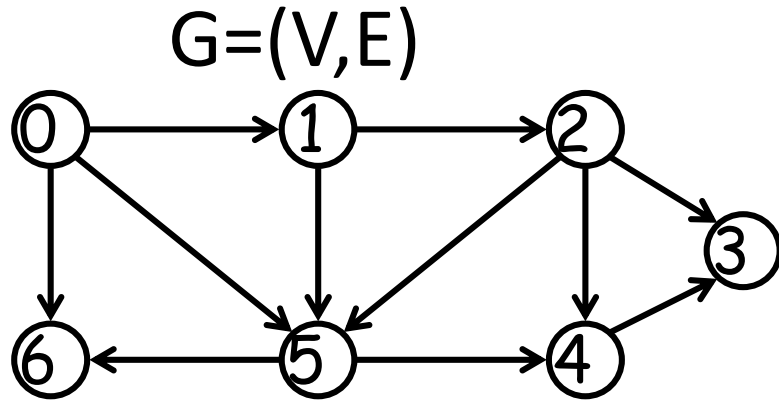
visited

0	T
1	T
2	T
3	T
4	T
5	T
6	T
⋮	

firstedge



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לעומק



TopSort(G)

Sort(G,0,&place)
 Sort(G,1,&place)
 Sort(G,2,&place)
 Sort(G,3,&place)
 Sort(G,4,&place)
 Sort(G,5,&place)
 Sort(G,6,&place)

place -1

T:

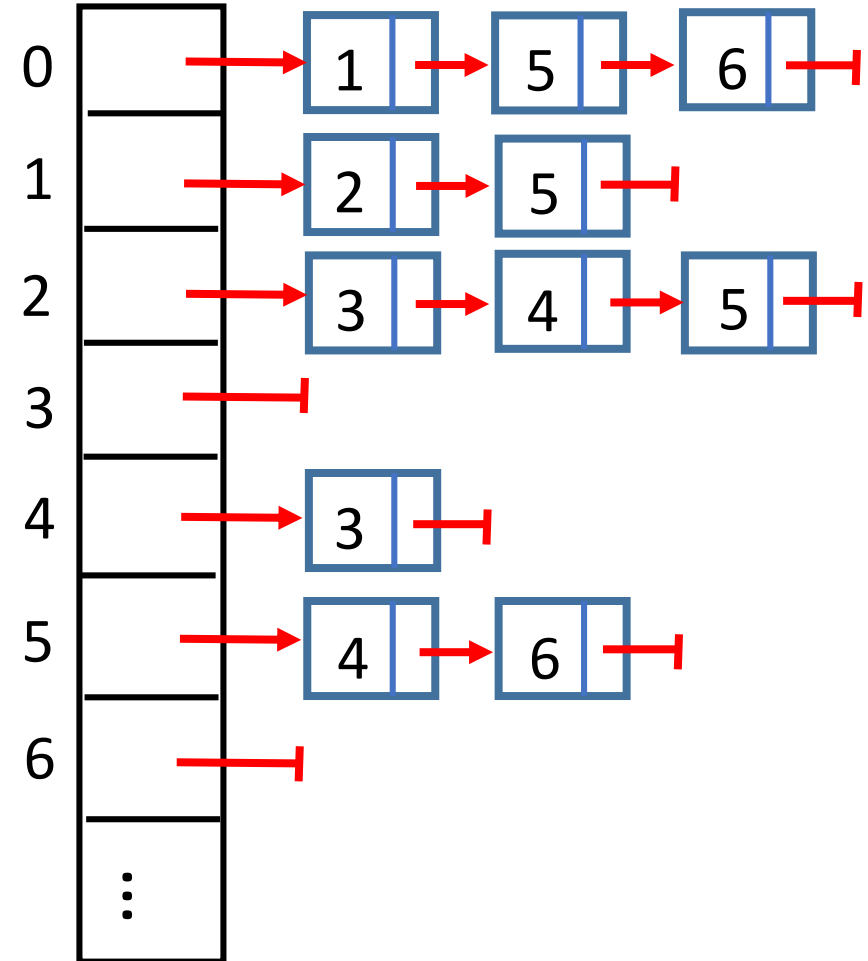
0	1	2	5	6	4	3	...
0	1	2	3	4	5	6	

n 7 w 6

visited

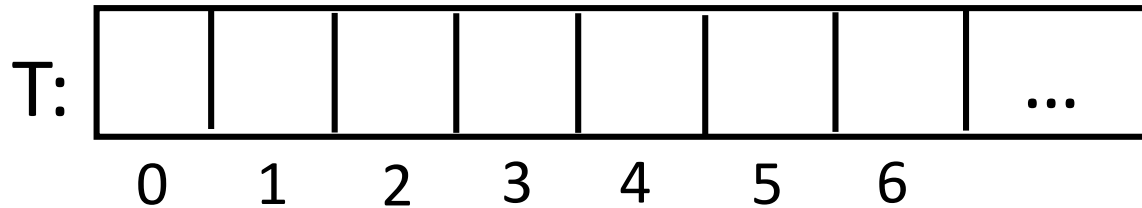
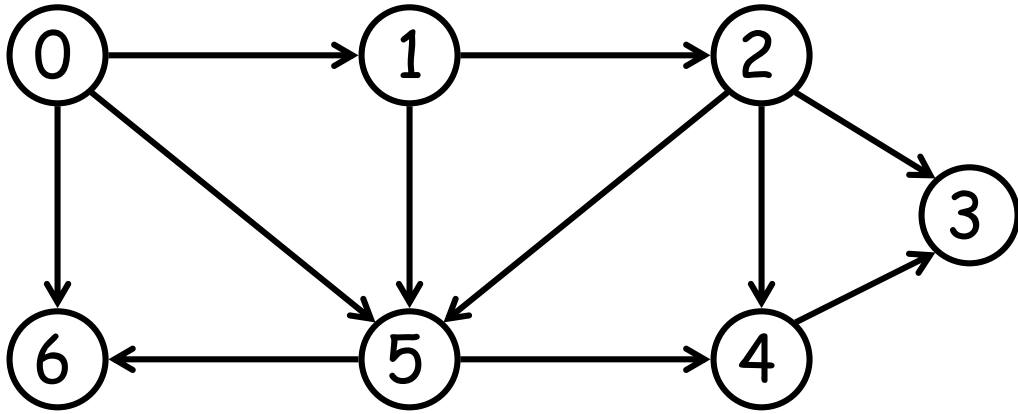
0	T
1	T
2	T
3	T
4	T
5	T
6	T
⋮	

firstedge



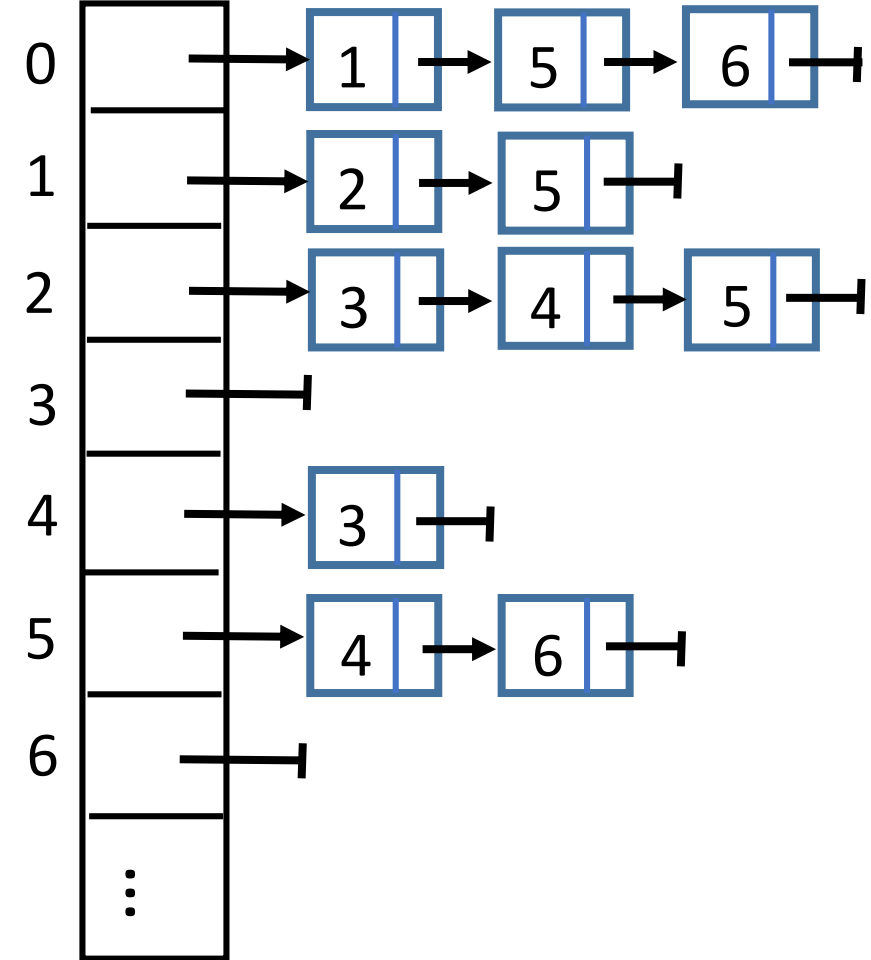
מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

$G=(V,E)$

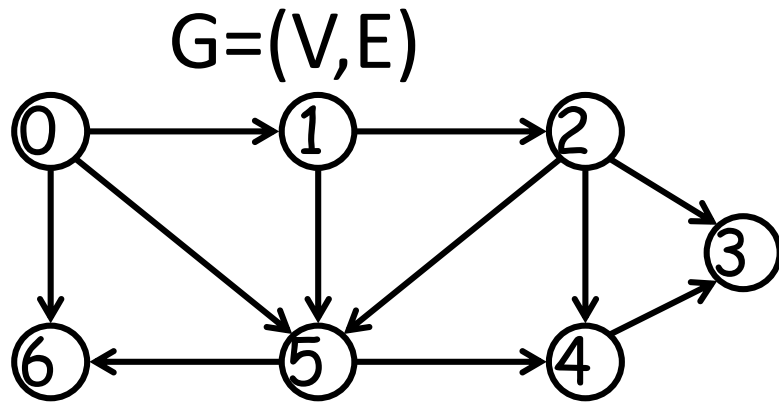


n 7

firstedge

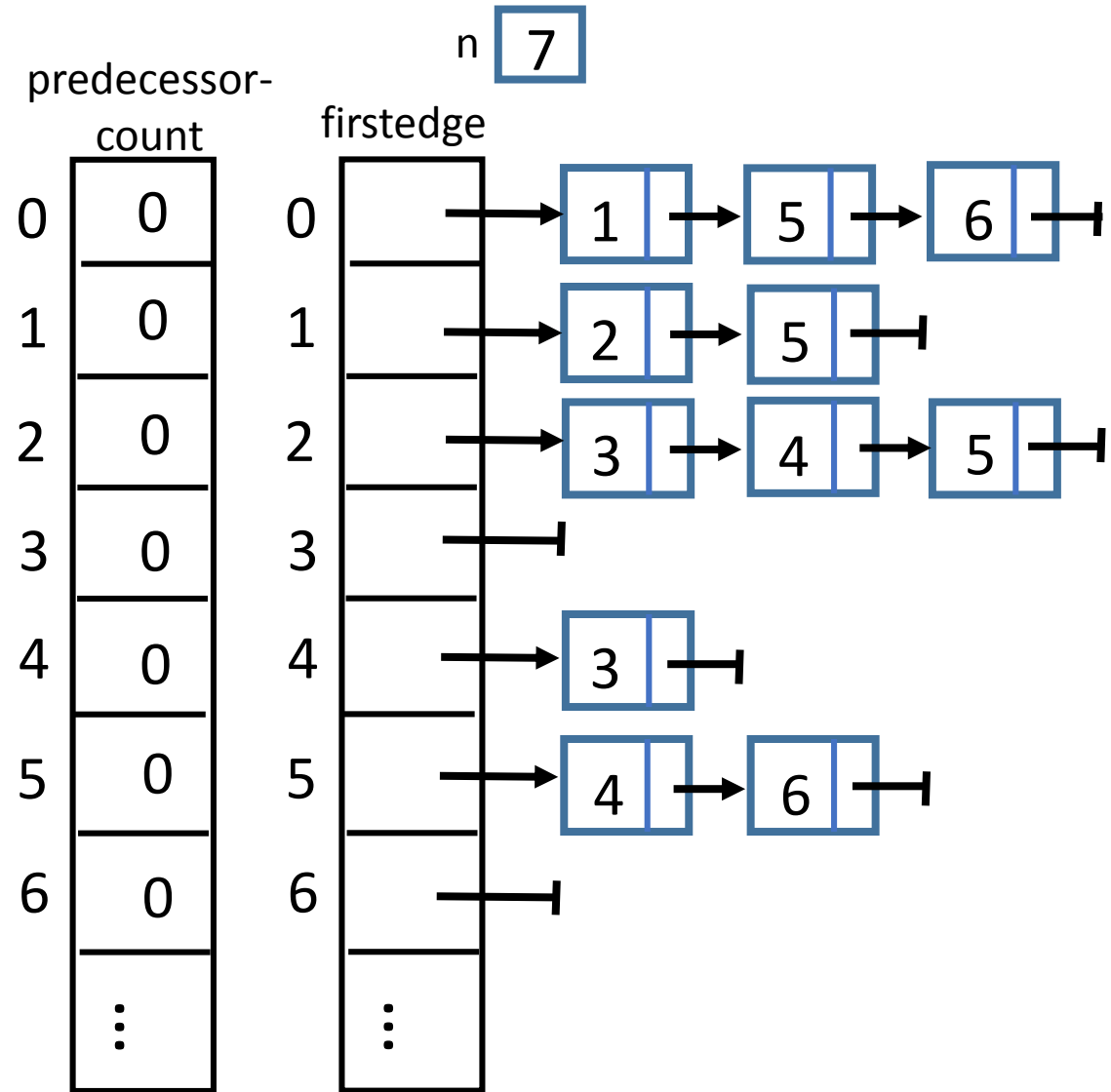
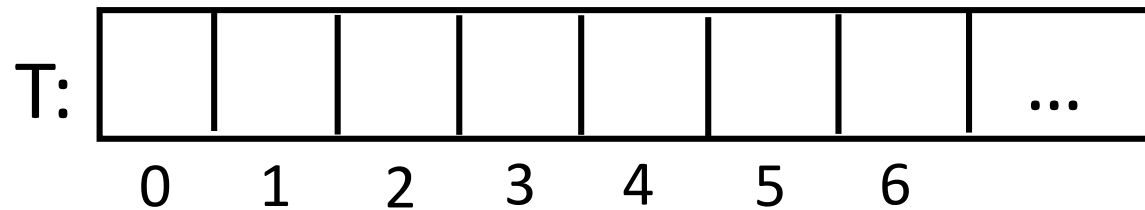


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

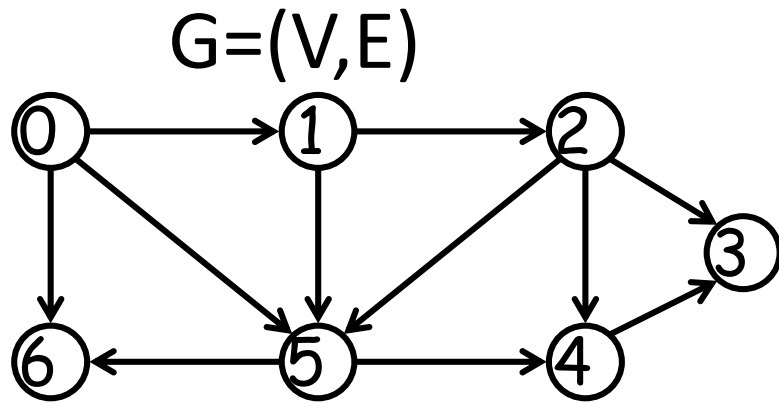


TopSort(G)

place 0

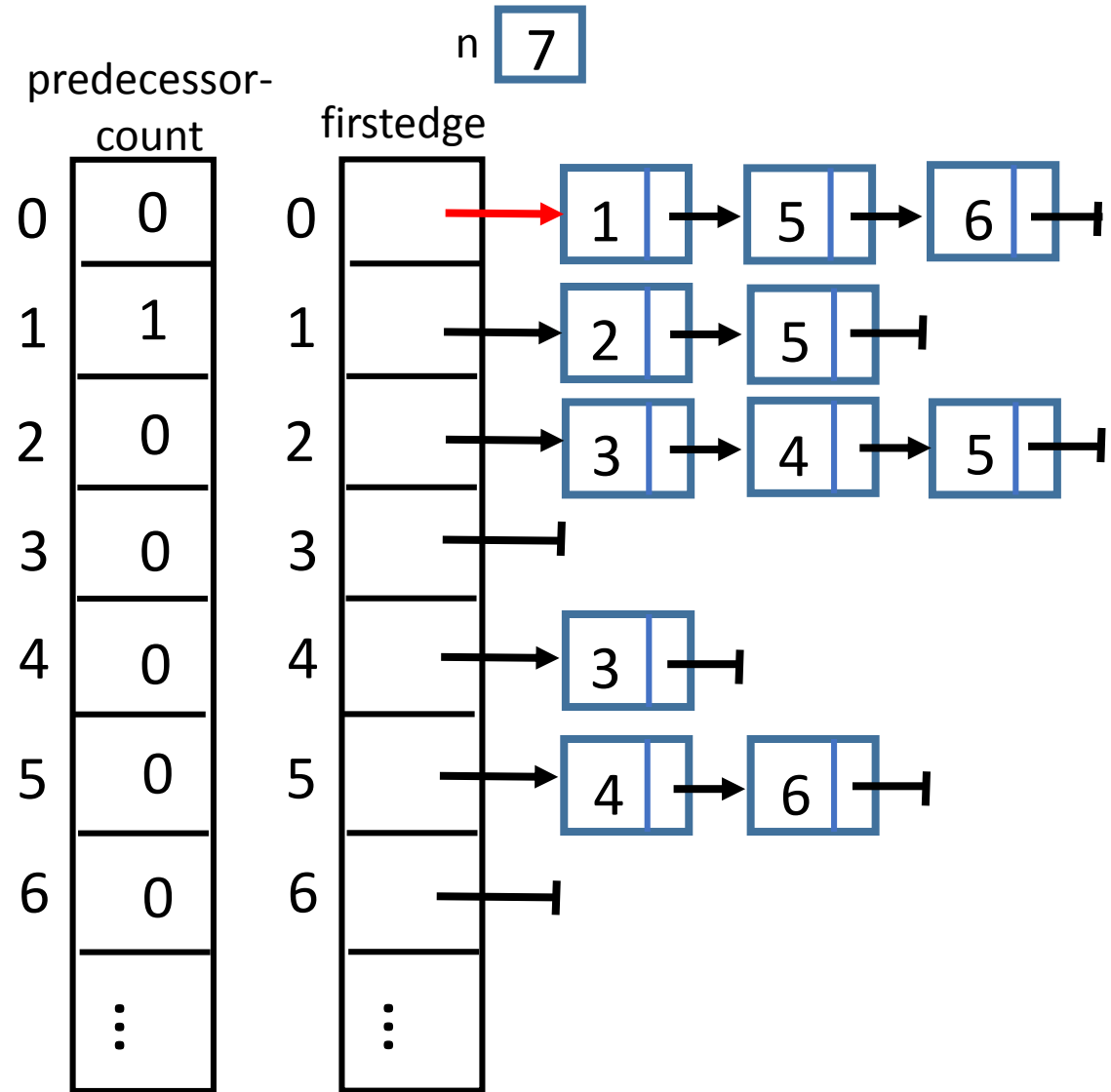
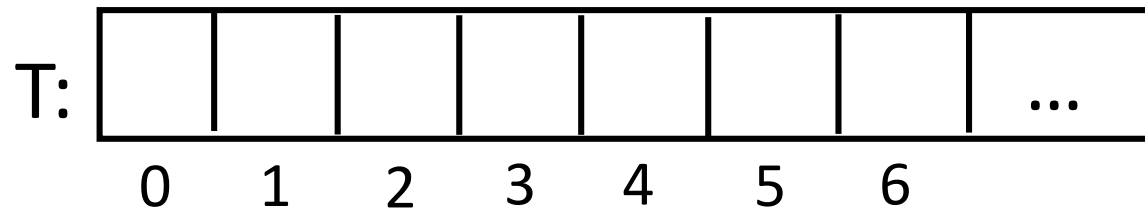


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

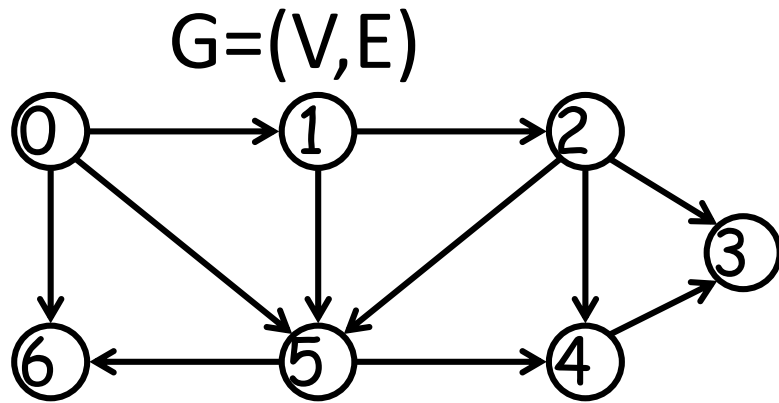


TopSort(G)

place 0

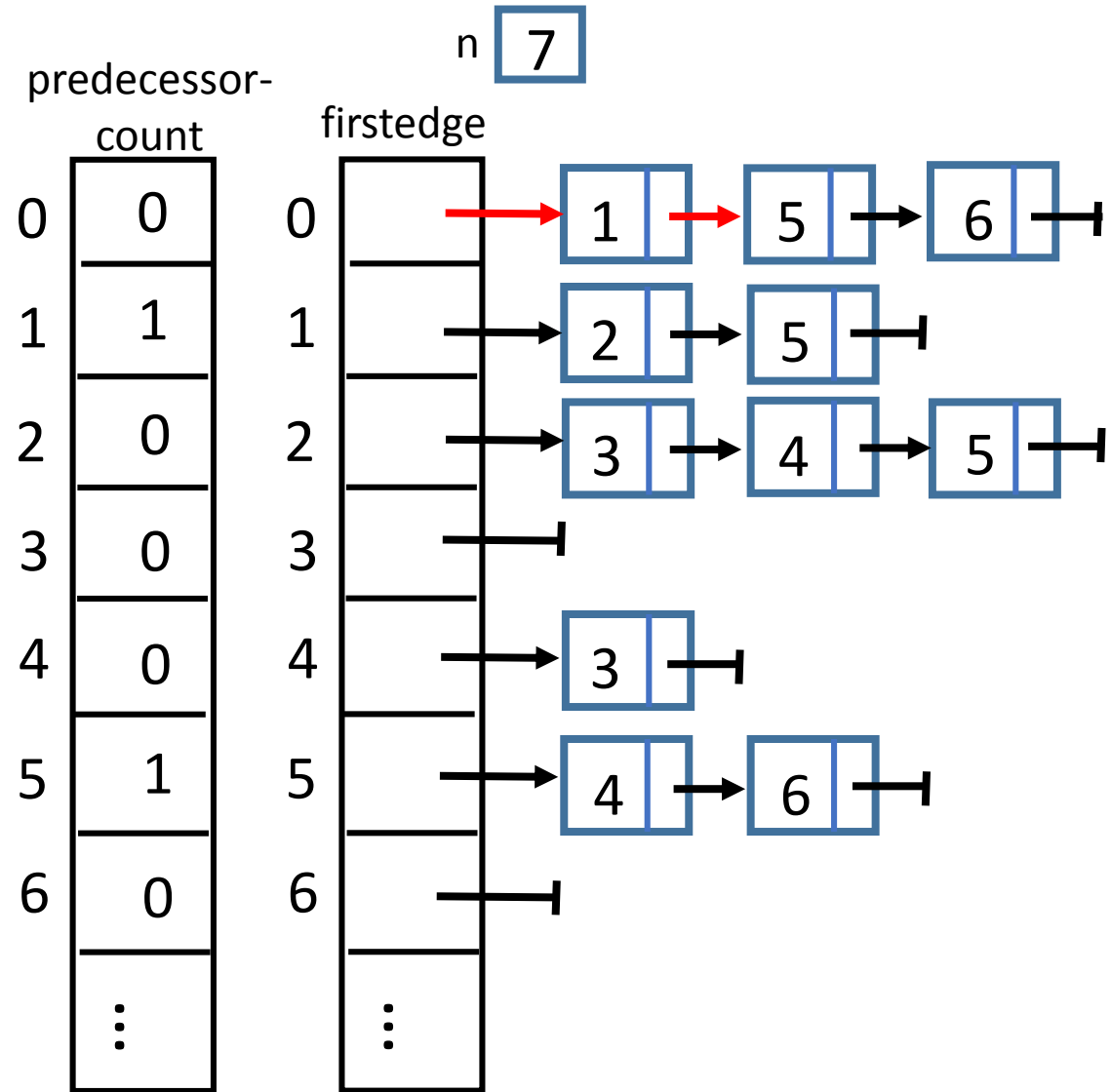
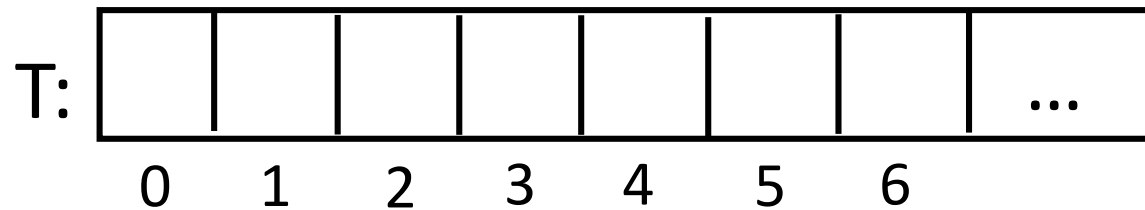


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

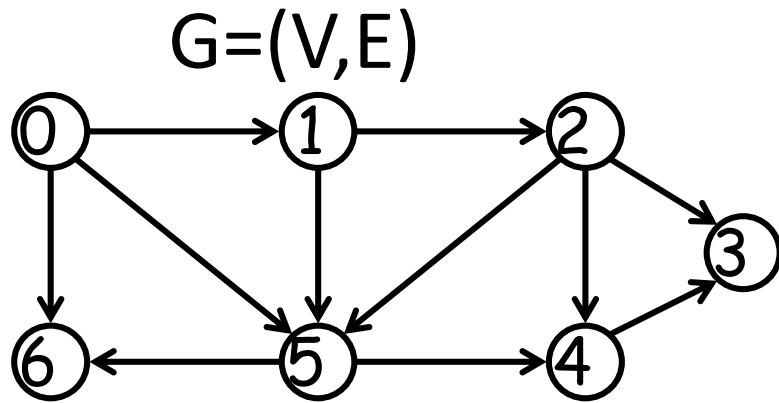


TopSort(G)

place 0

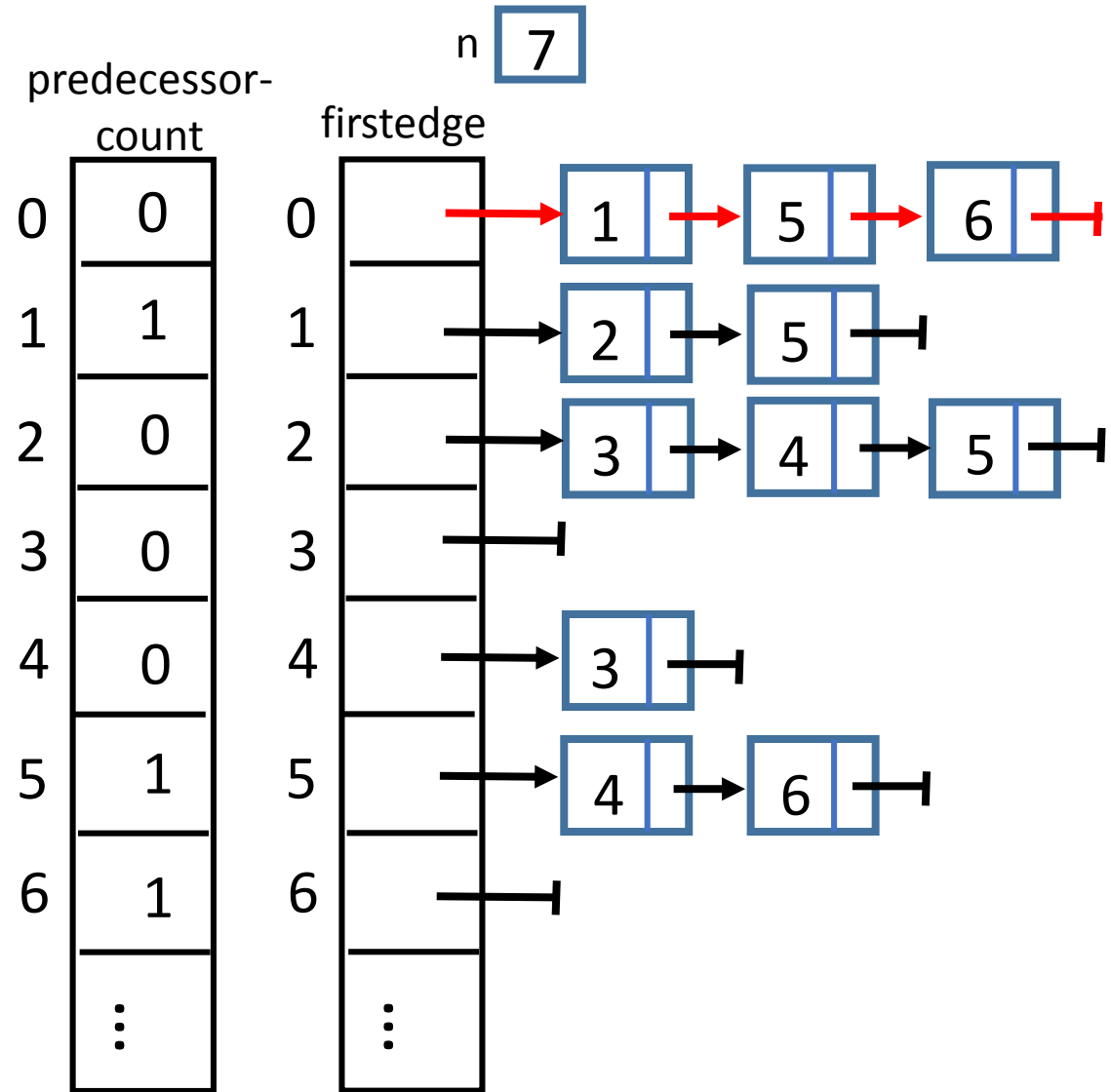
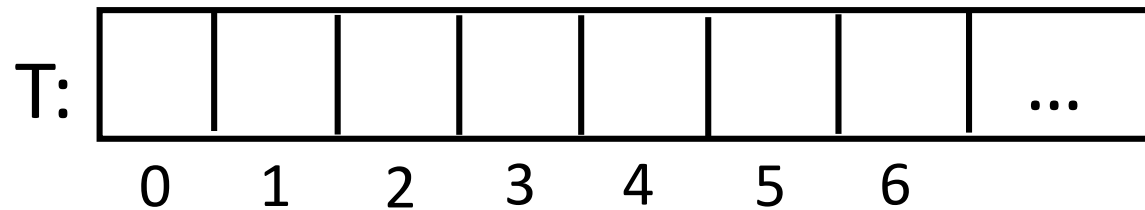


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

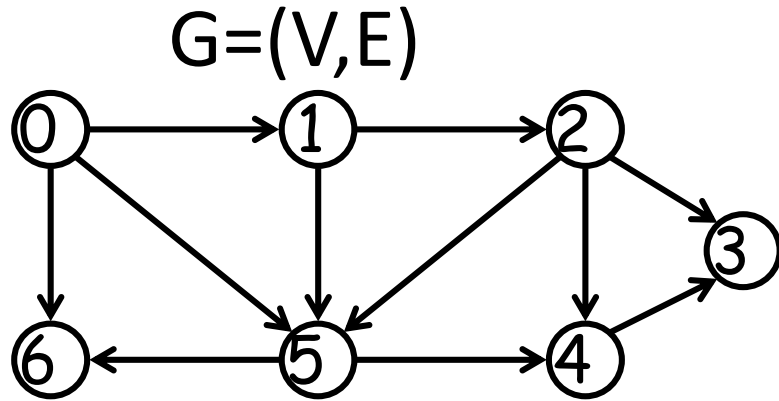


TopSort(G)

place 0

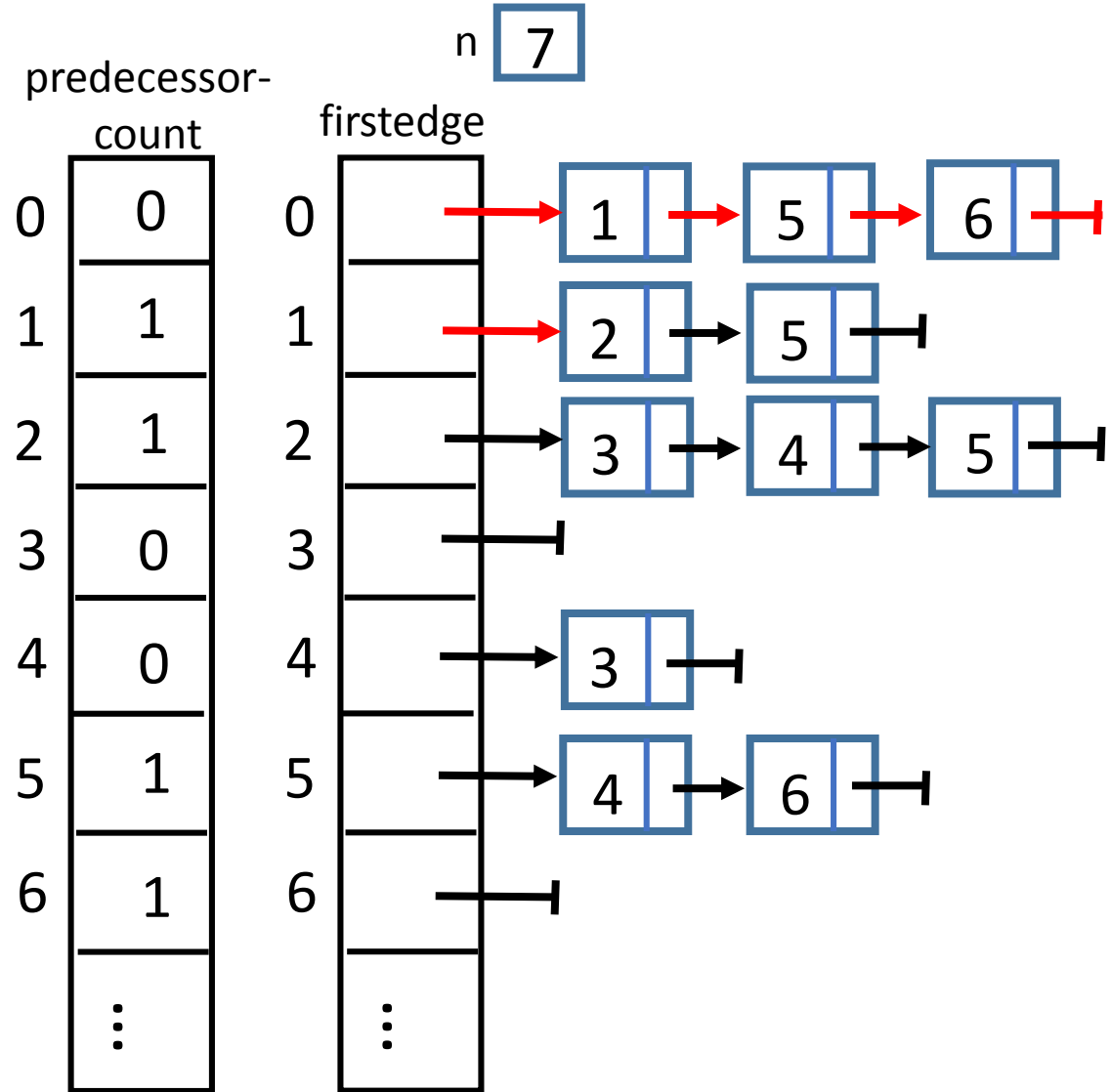
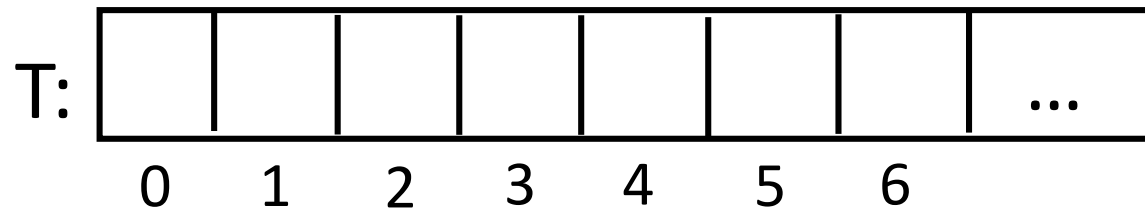


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

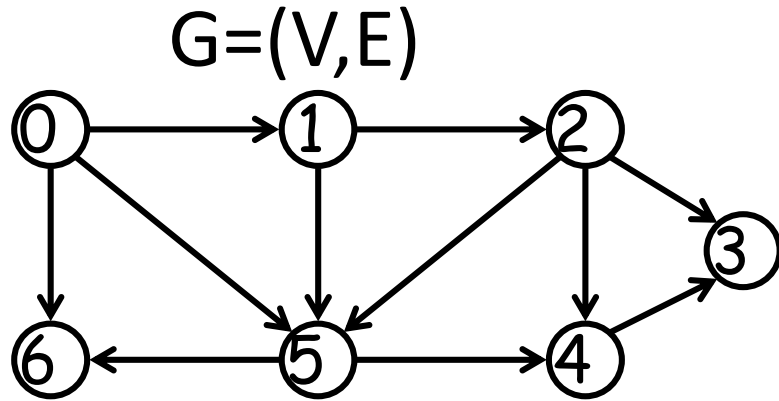


TopSort(G)

place 0

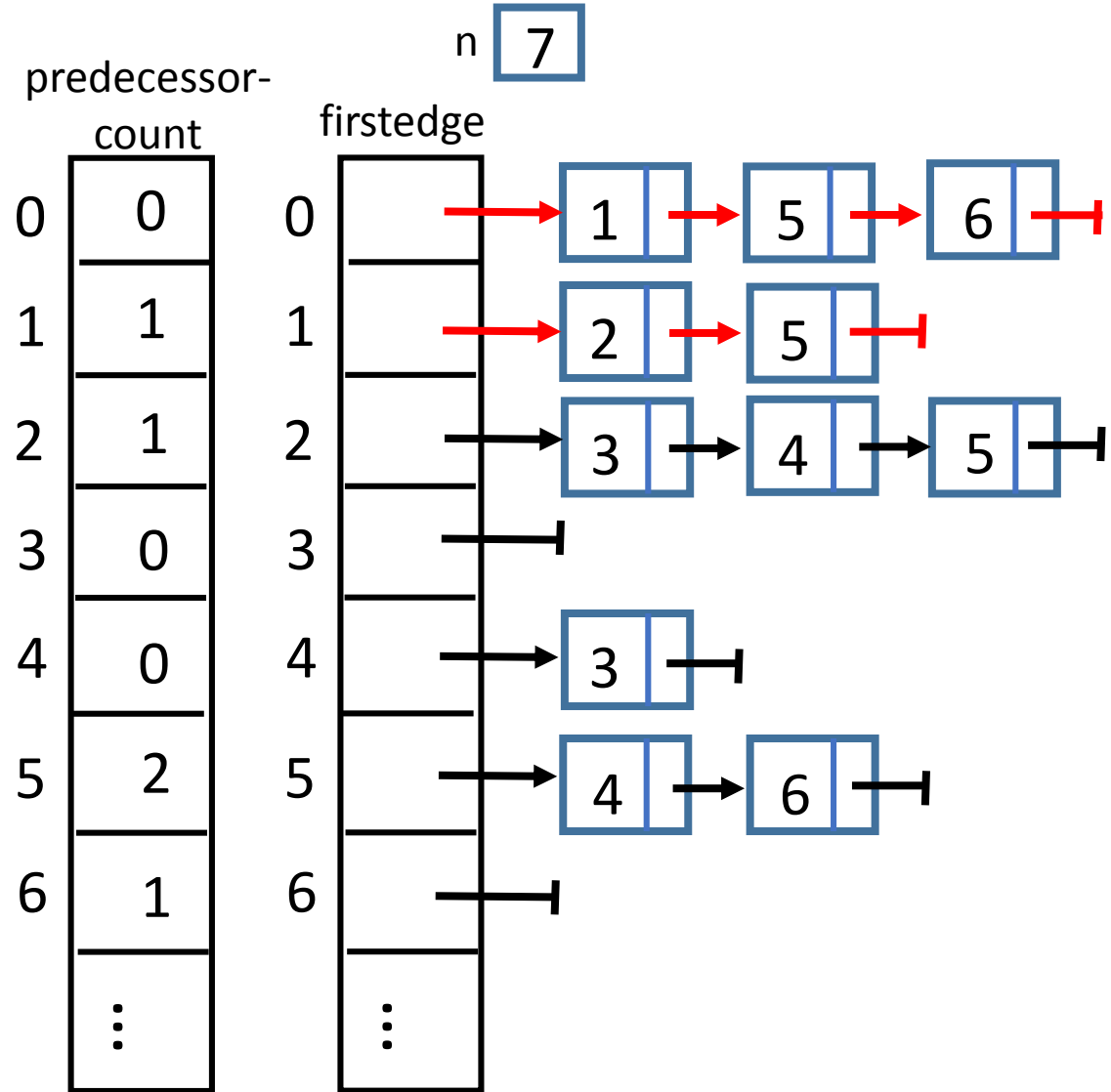
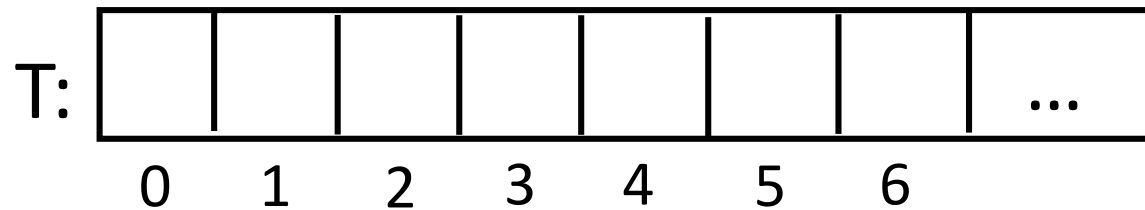


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

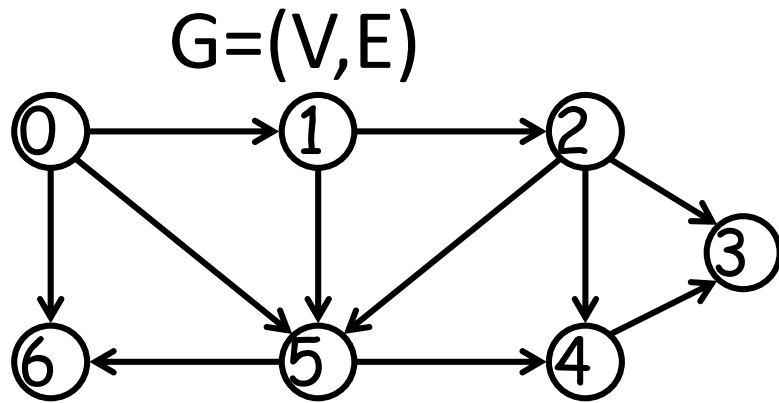


TopSort(G)

place 0

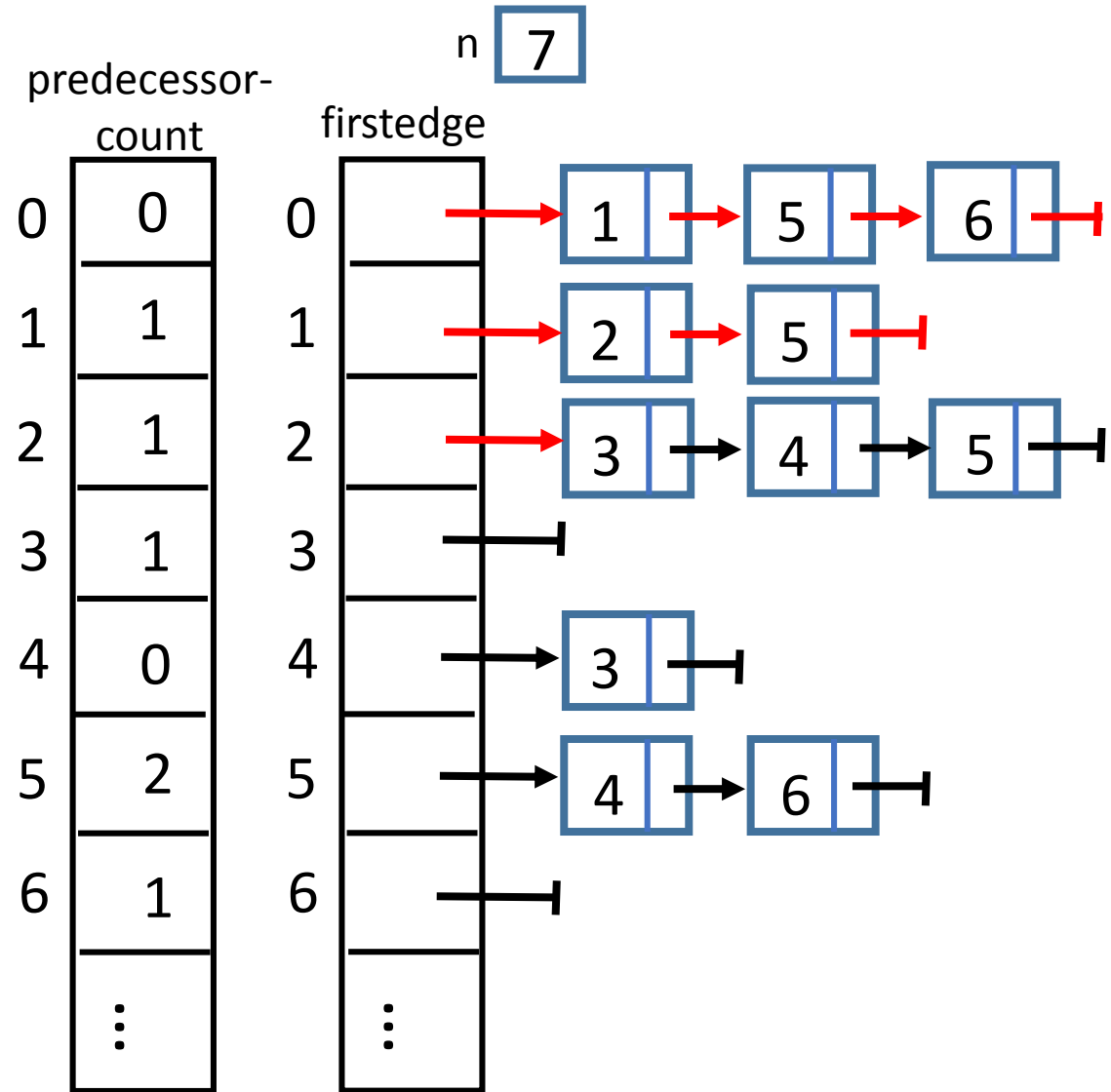
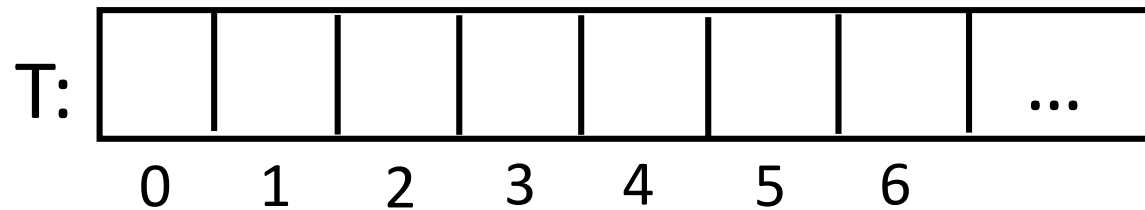


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

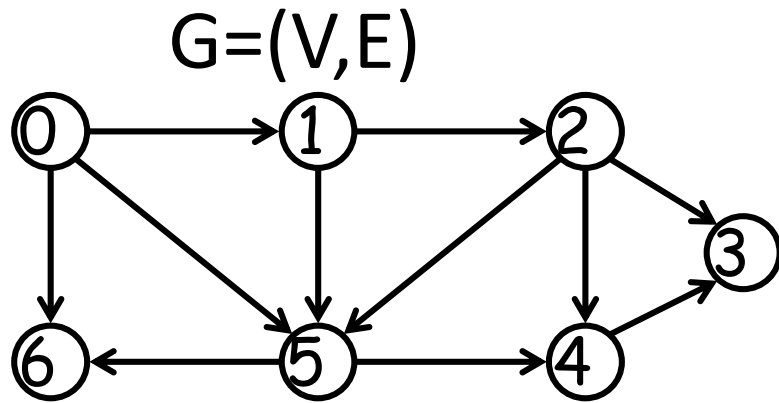


TopSort(G)

place 0

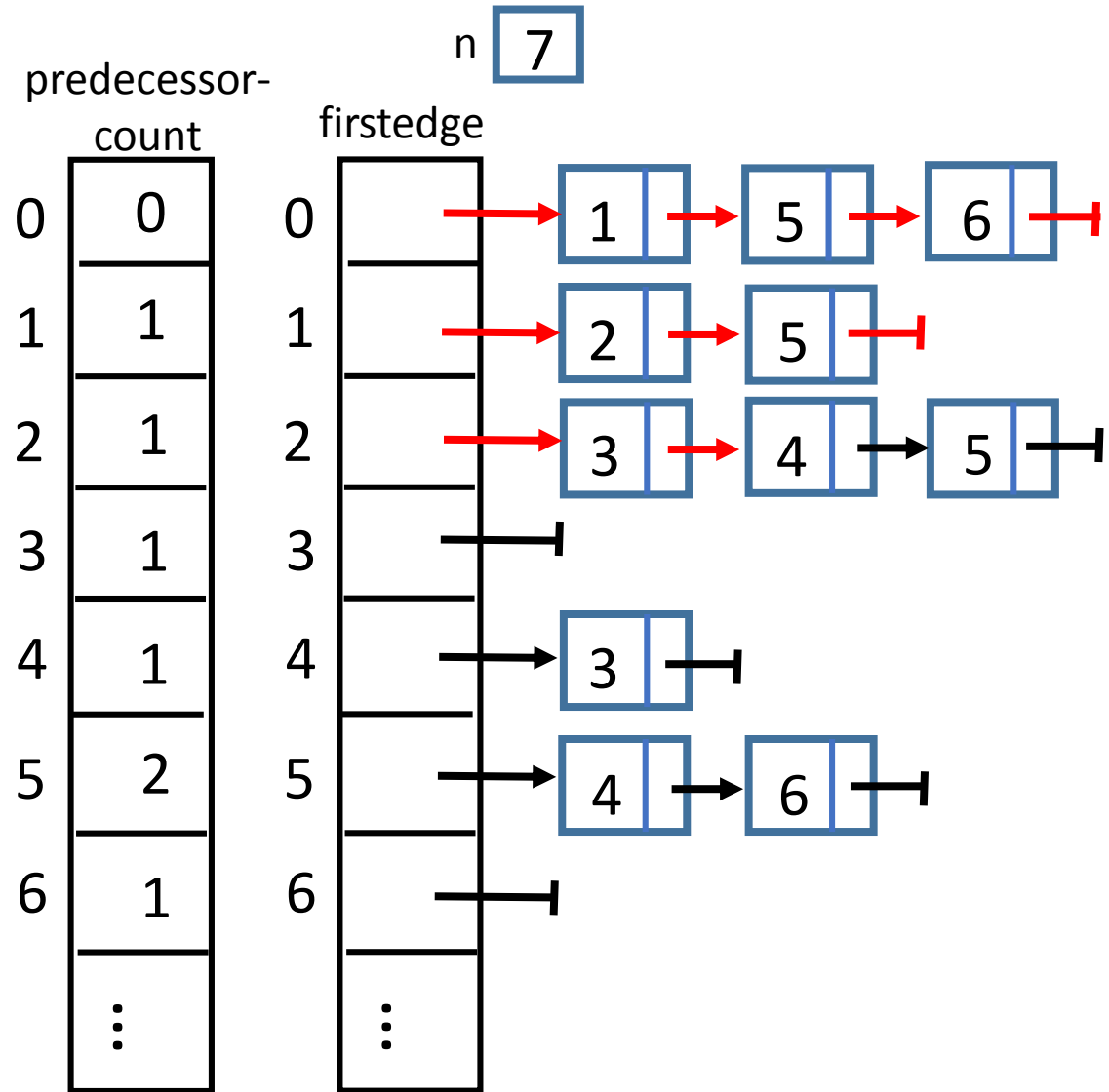
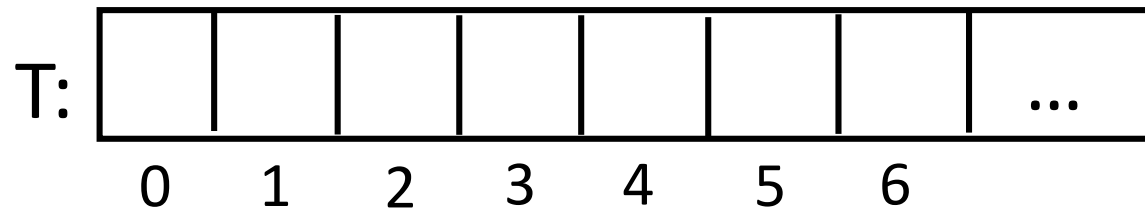


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

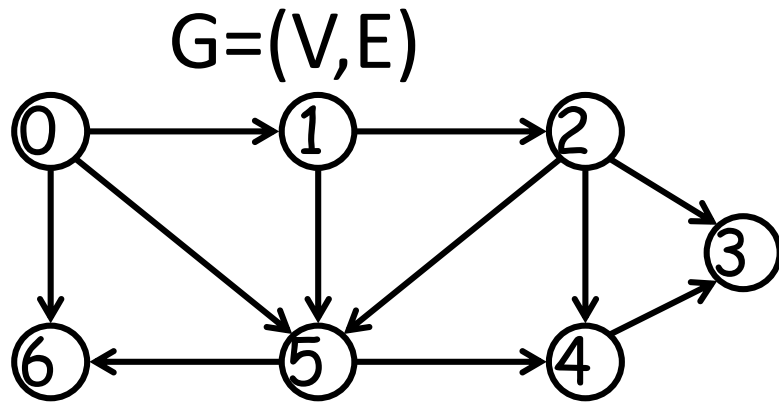


TopSort(G)

place 0

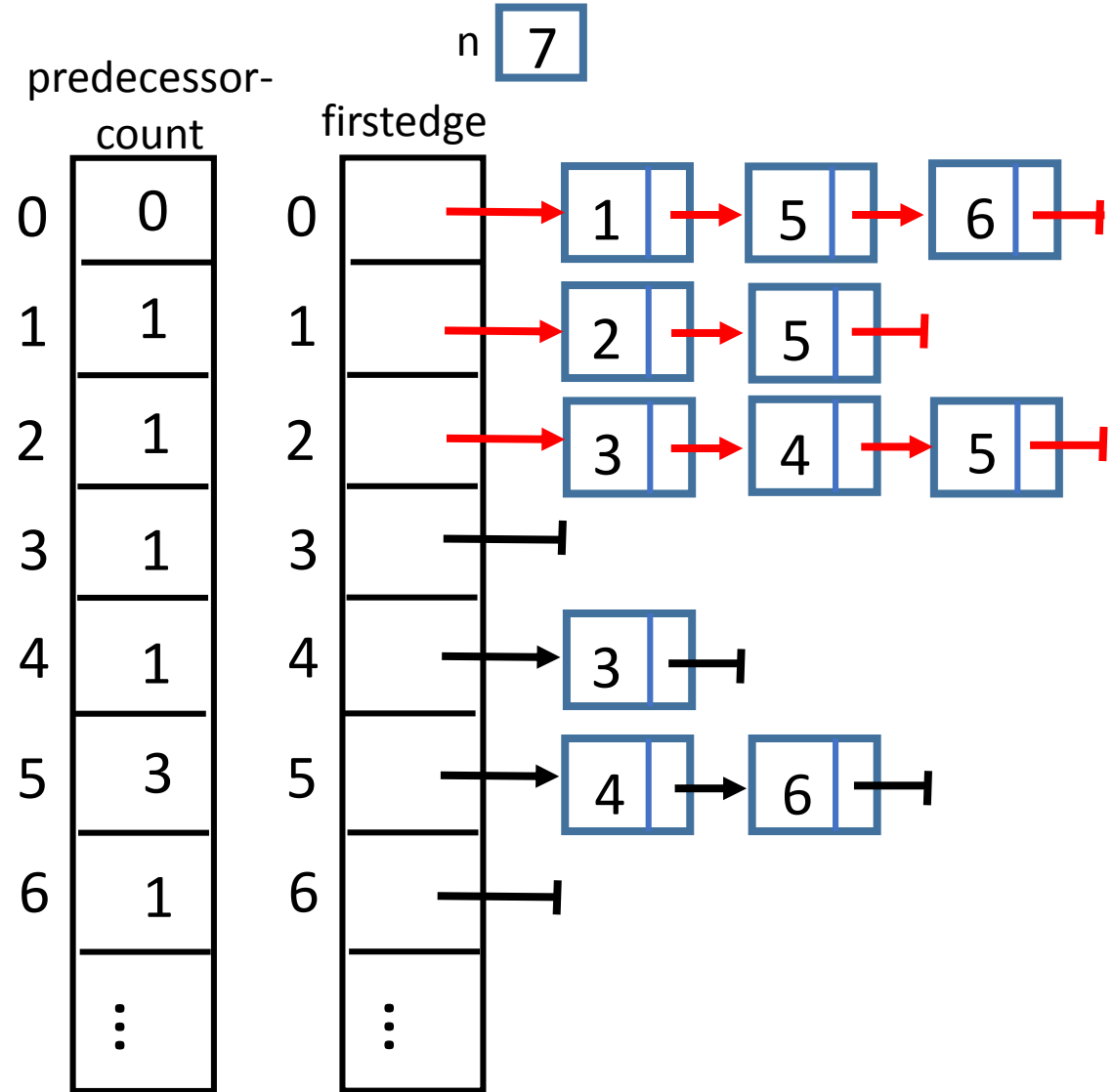
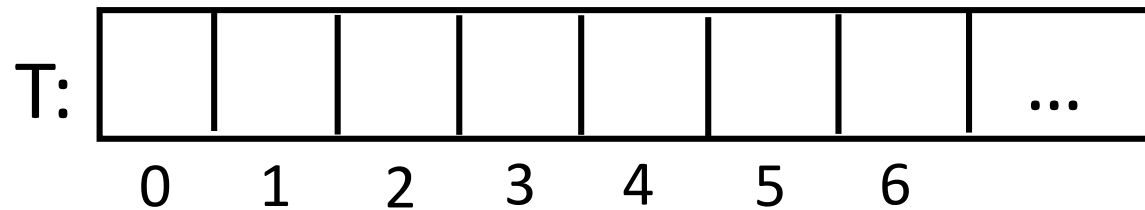


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

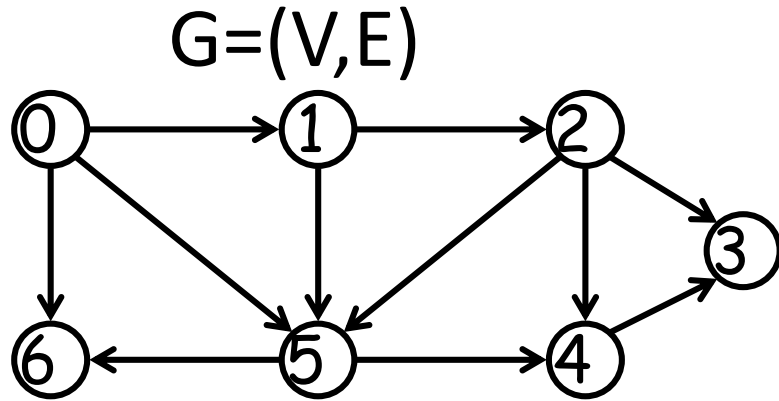


TopSort(G)

place 0

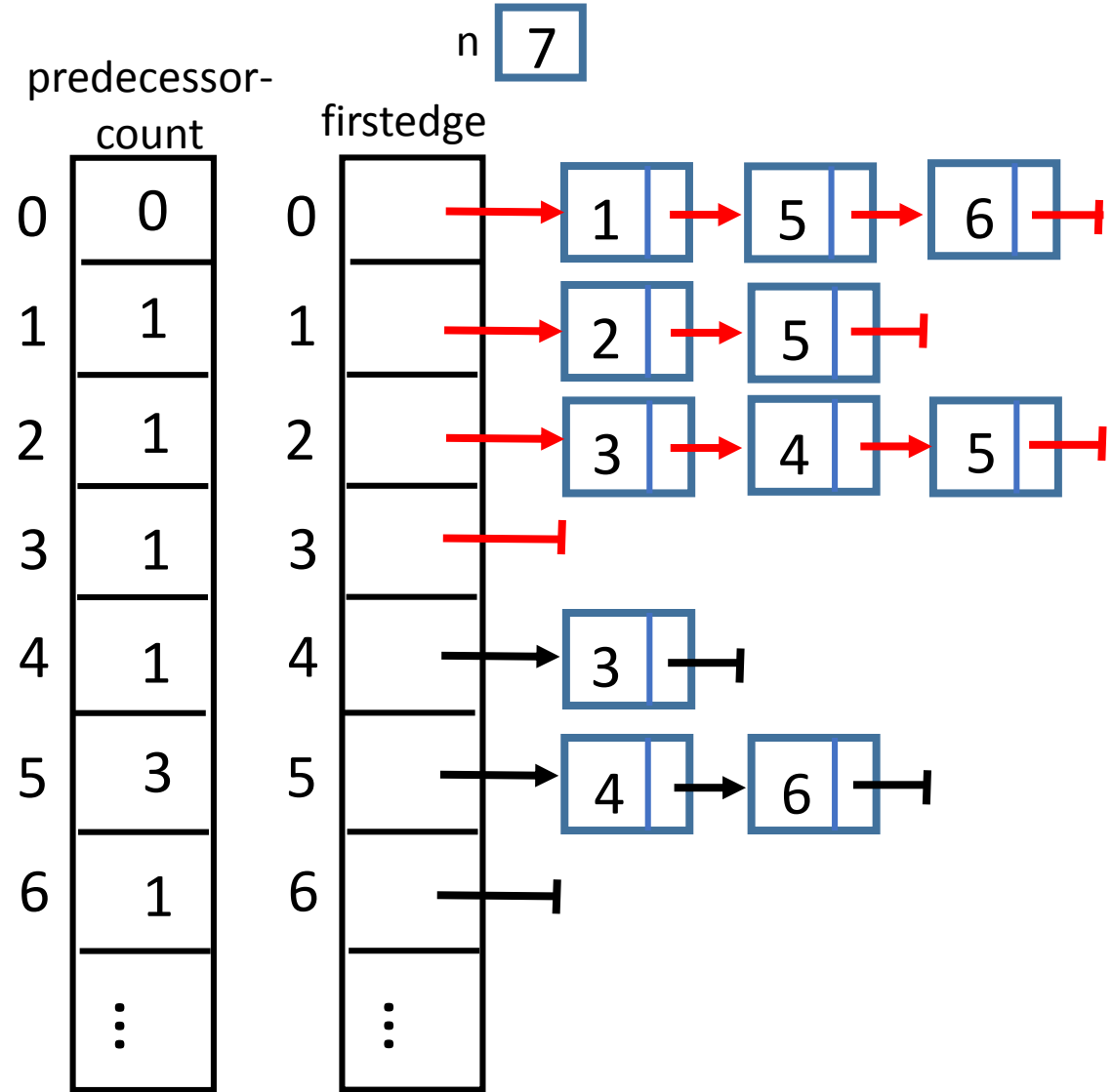
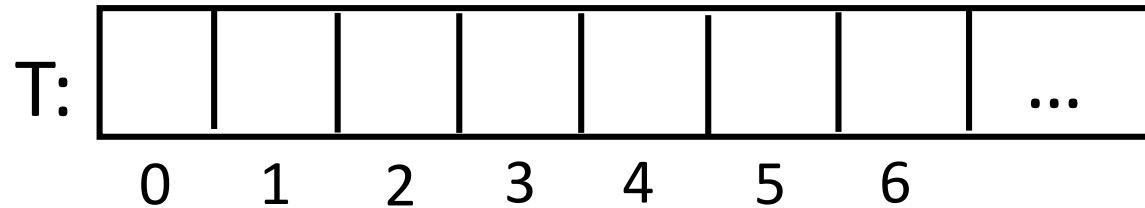


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

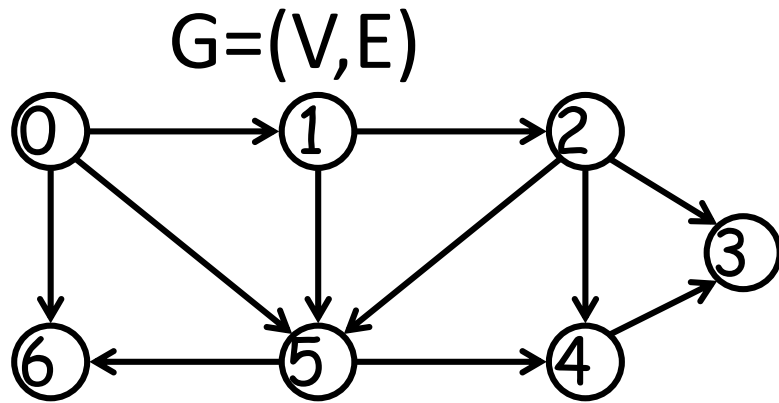


TopSort(G)

place 0

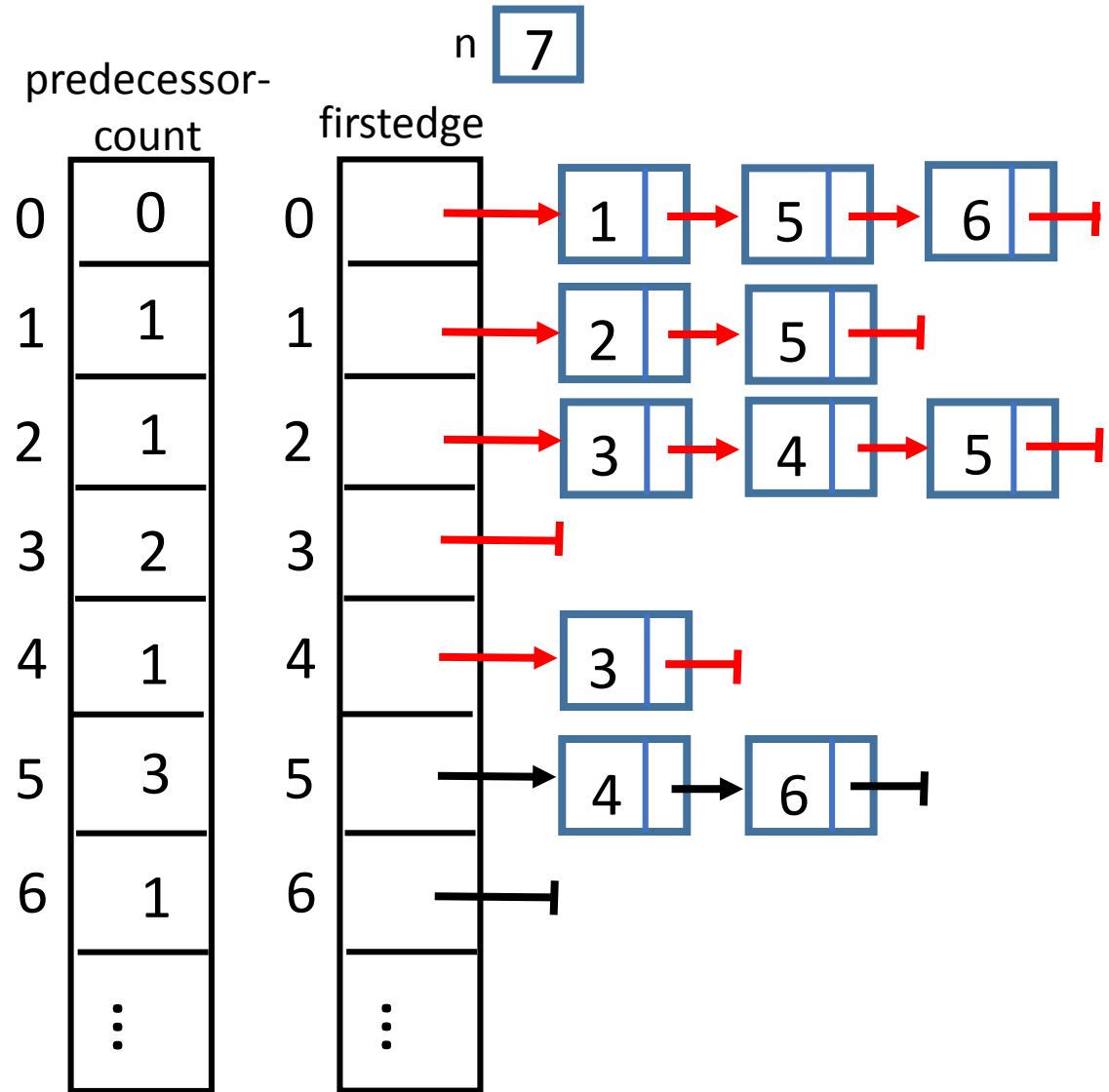
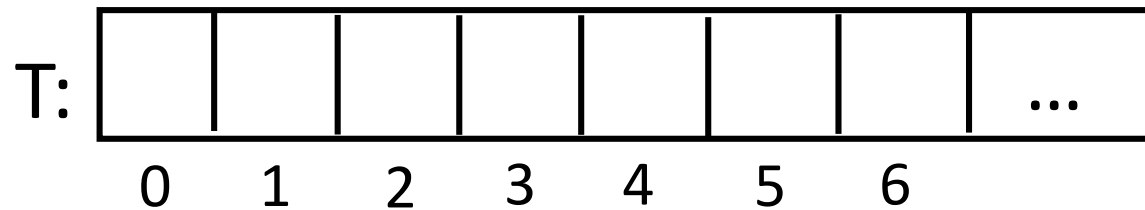


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

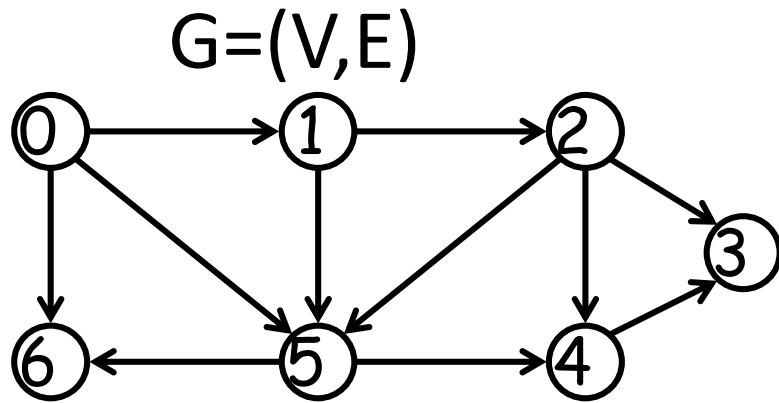


TopSort(G)

place 0

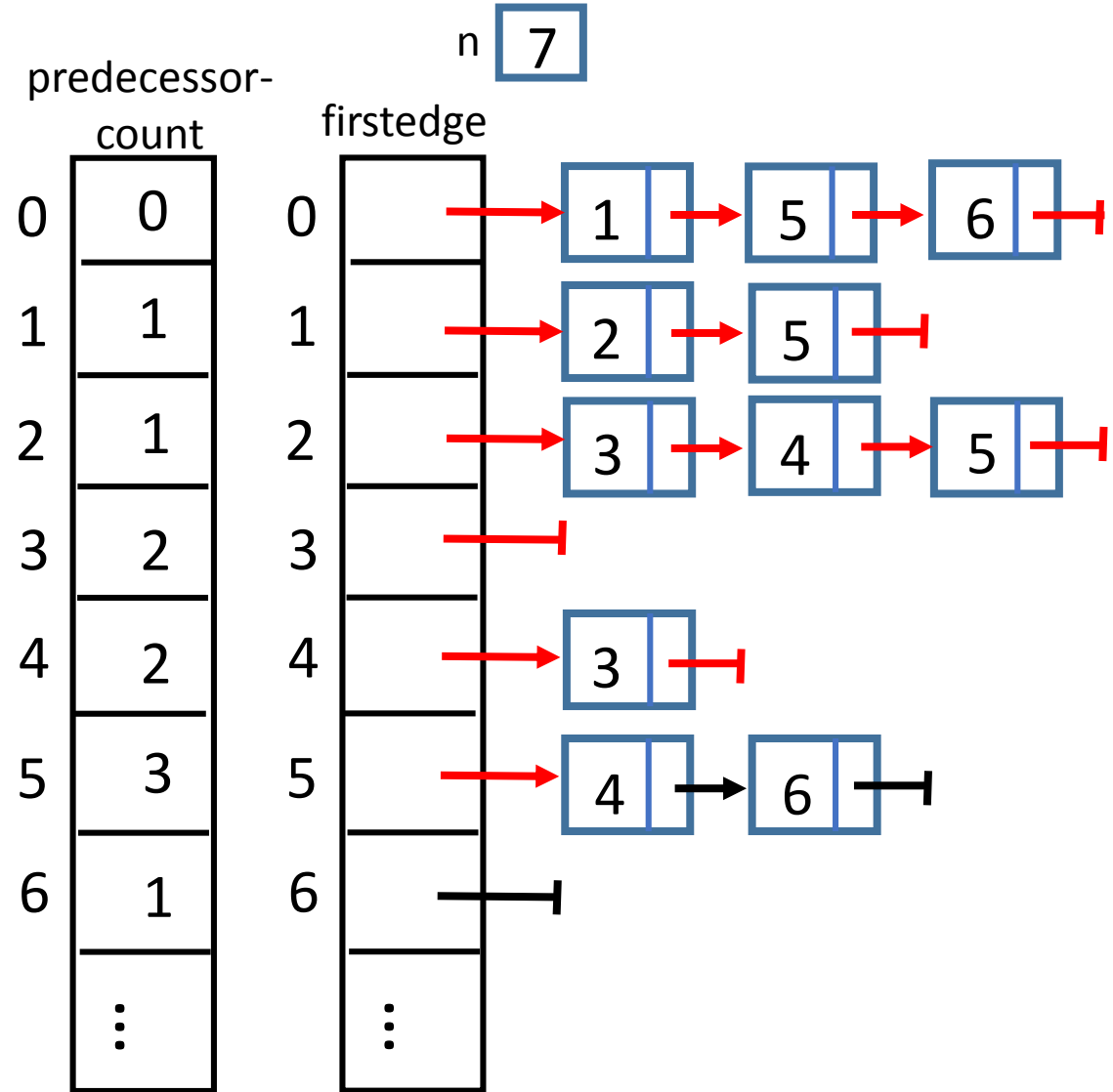
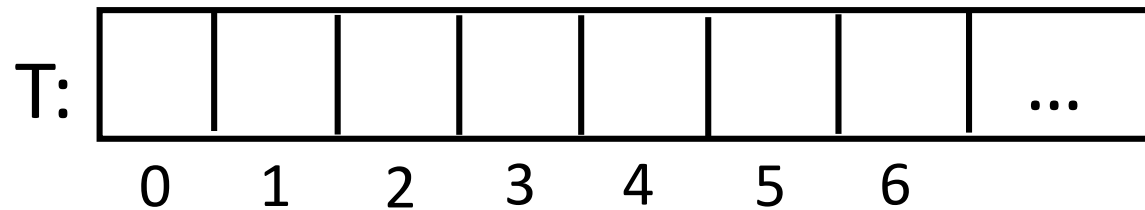


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

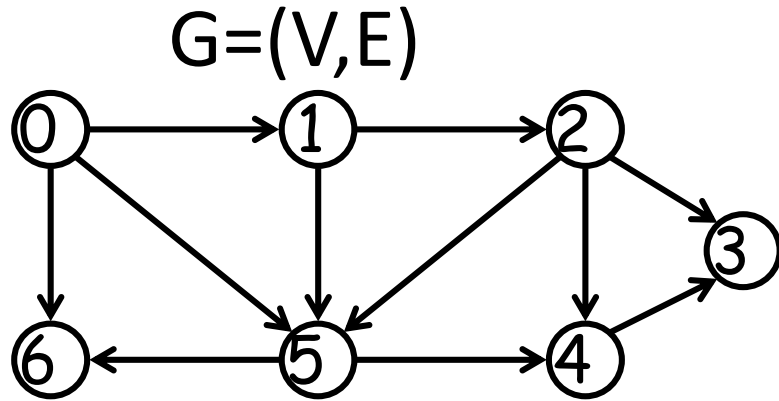


TopSort(G)

place 0

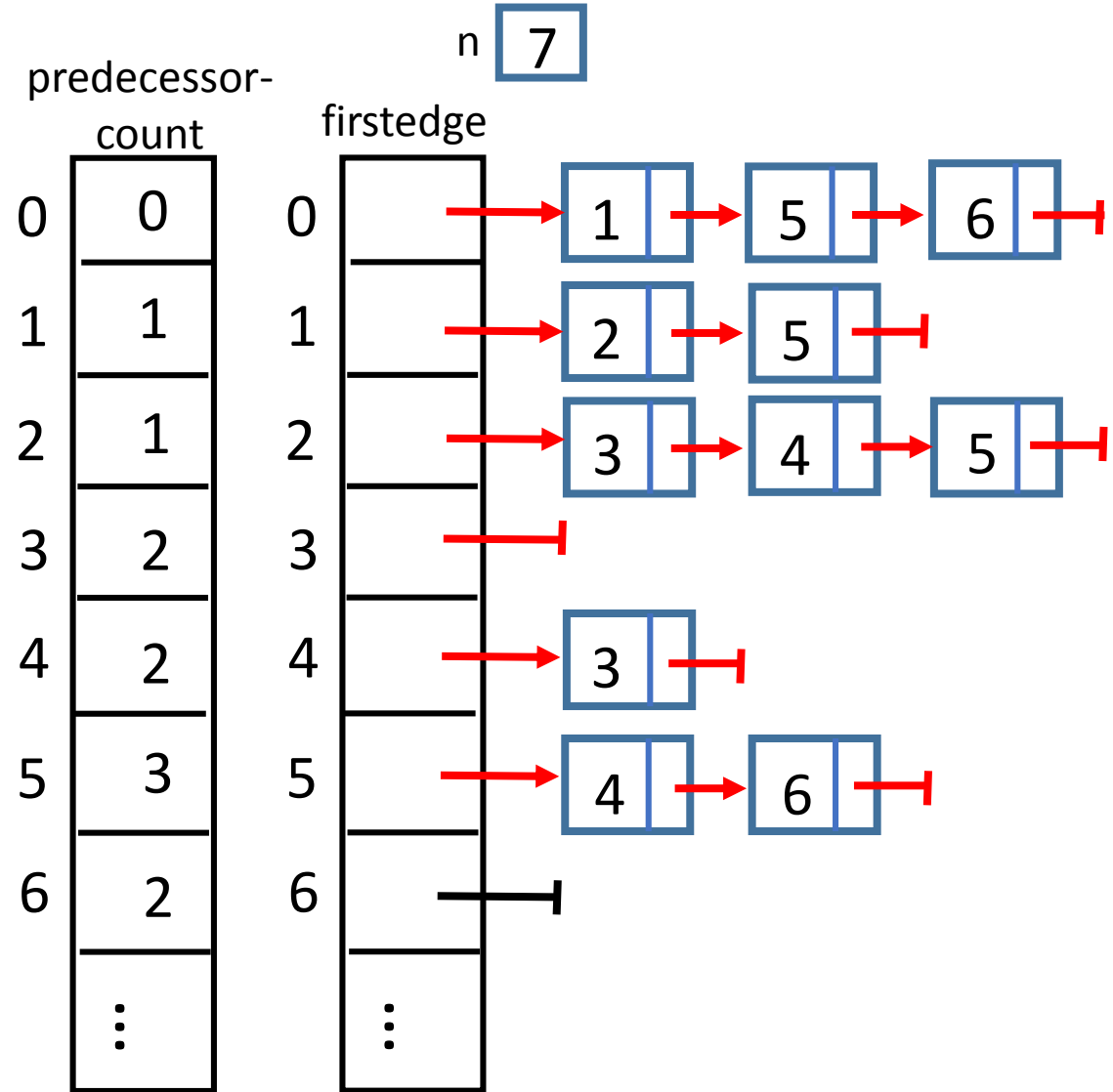
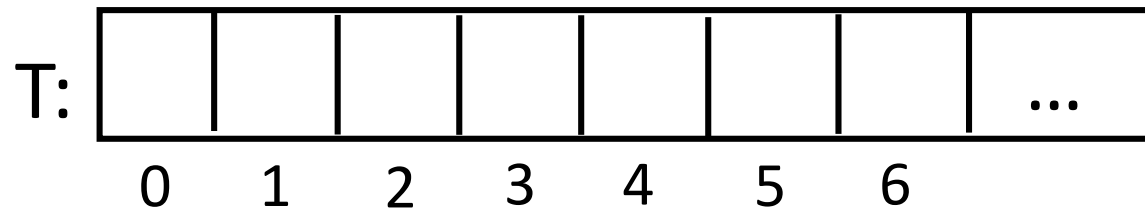


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

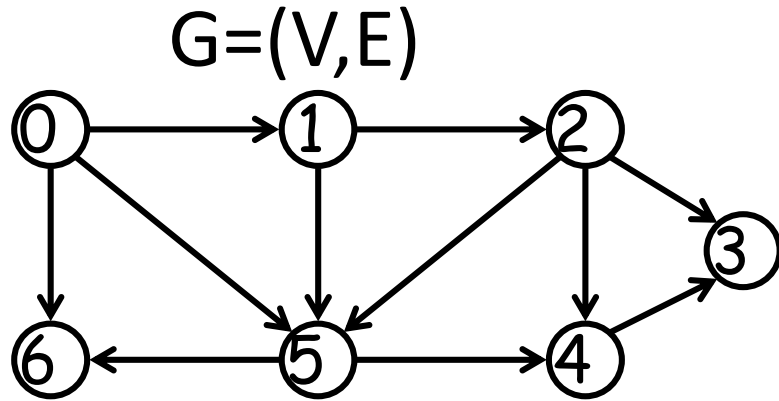


TopSort(G)

place 0

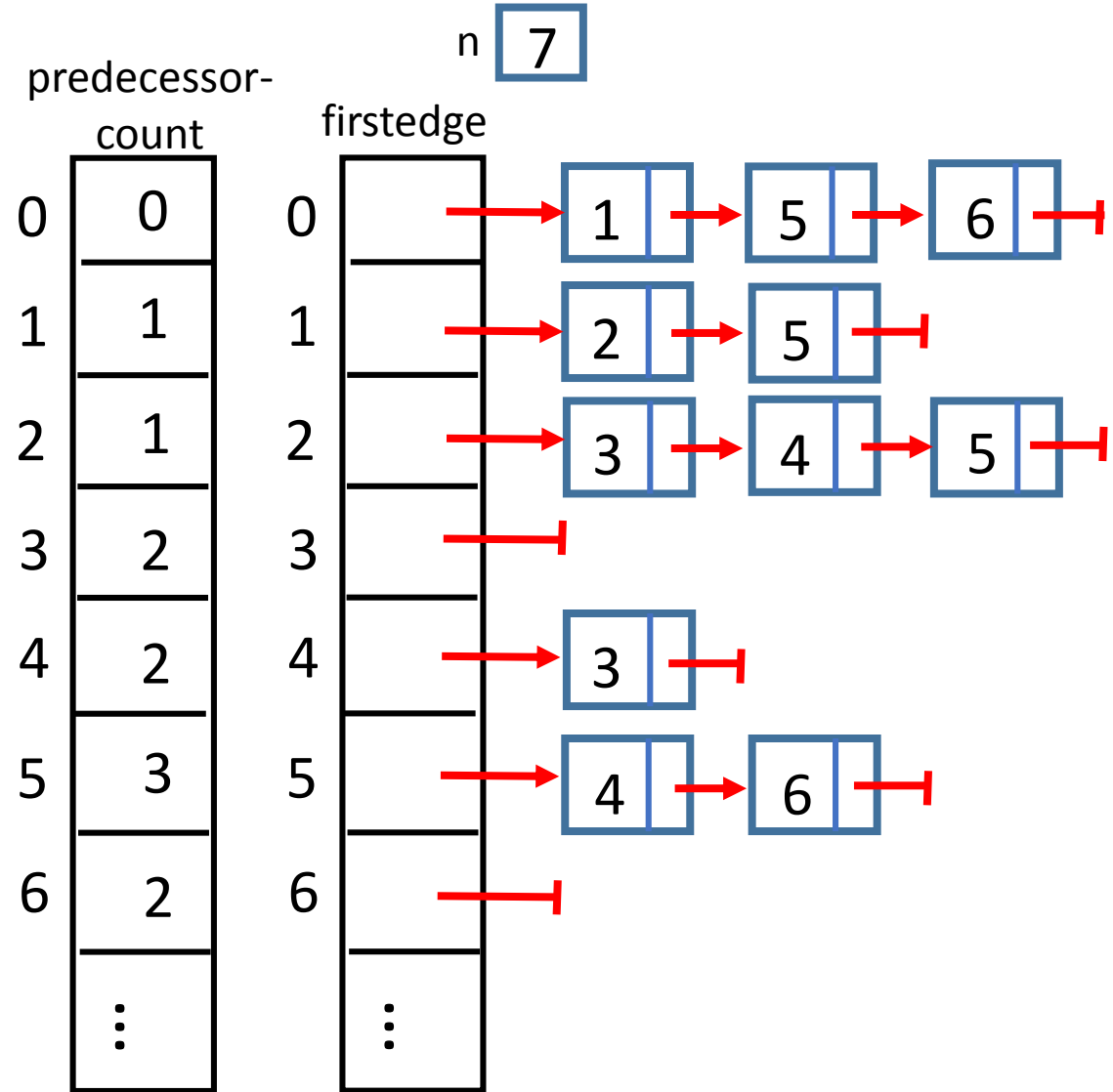
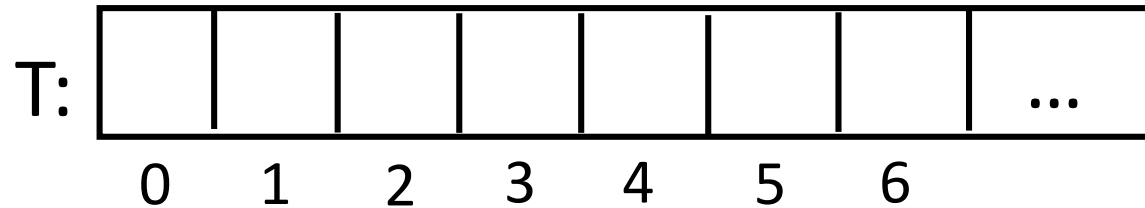


מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

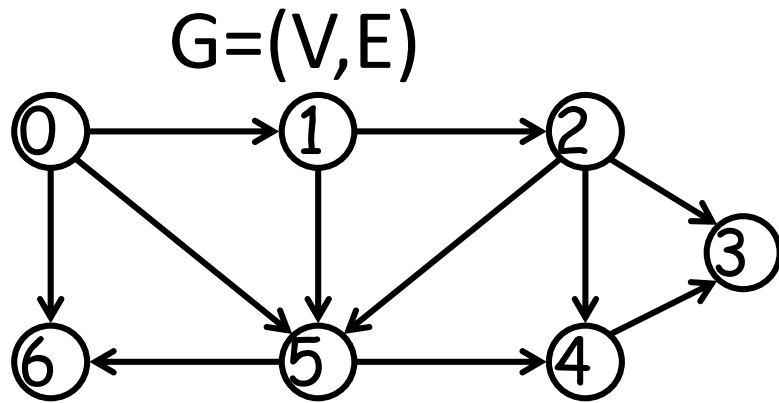


TopSort(G)

place 0



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

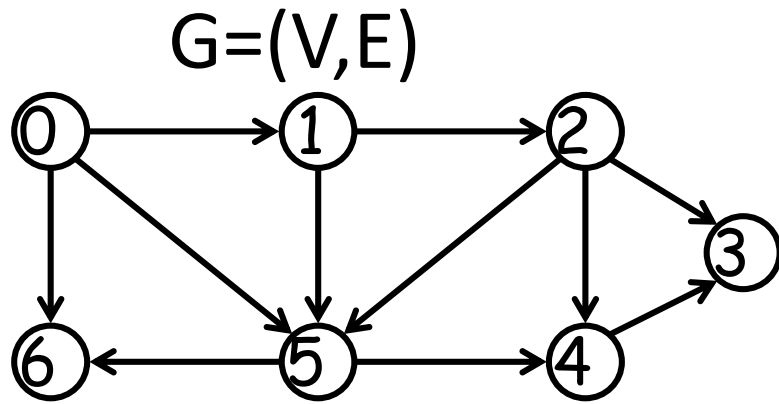
Q	
0	0
1	
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 0

T:								...
	0	1	2	3	4	5	6	

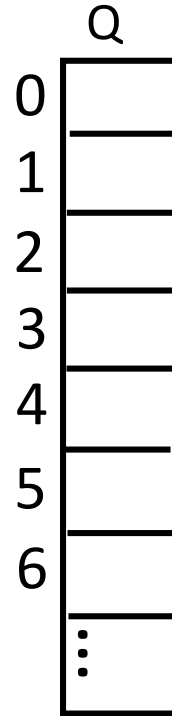
predecessor-		count		firstedge		n 7	
0		0				1	5 → 6 →
1		1				2	5 →
2		1				3	4 → 5 →
3		2					
4		2				3	→
5		3				4	6 →
6		2					
		⋮				⋮	

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

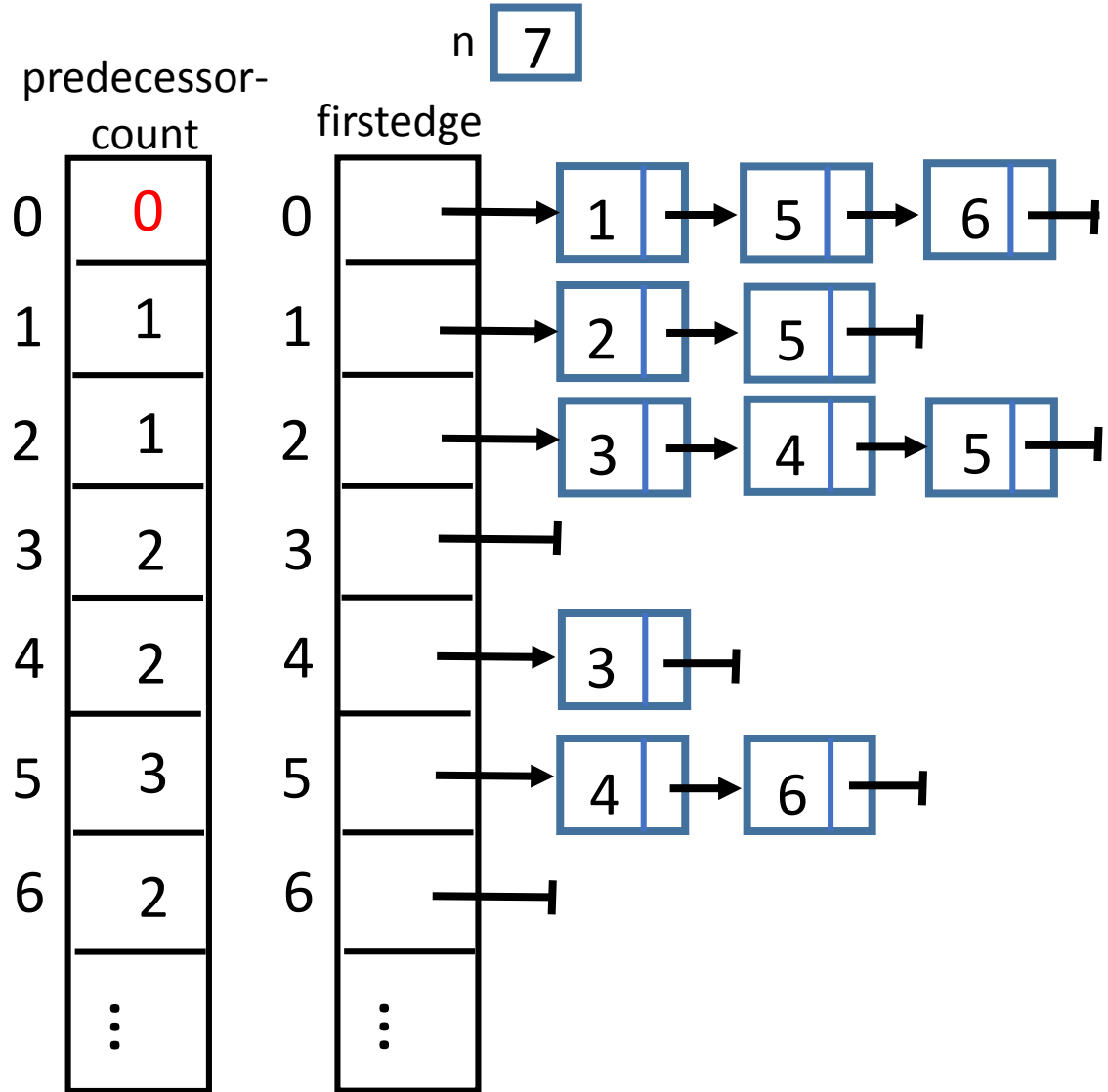
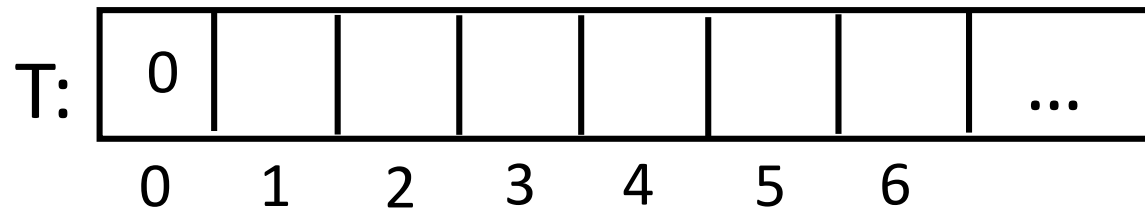


TopSort(G)

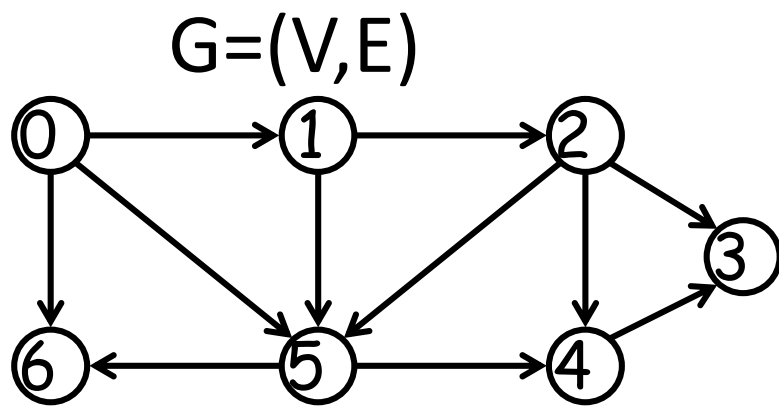
v 0



place 1



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 0

w 1

Q

0	1
1	
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 1

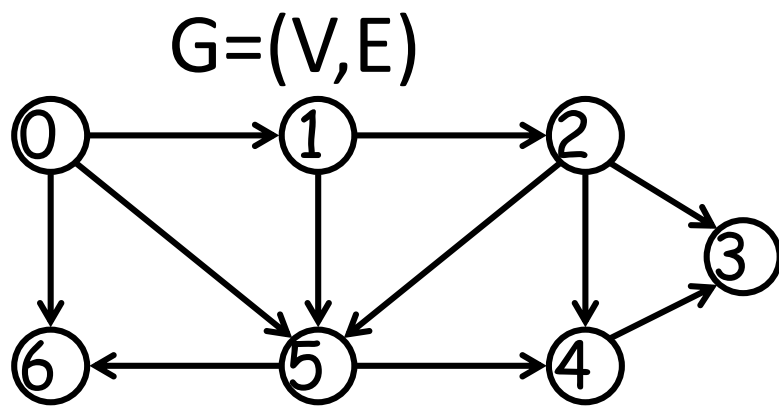
T:

0							...
0	1	2	3	4	5	6	

n 7

predecessor-	count	firstedge
0	0	→ 1 → 5 → 6 →
1	0	→ 2 → 5 →
2	1	→ 3 → 4 → 5 →
3	2	→
4	2	→ 3 →
5	3	→ 4 → 6 →
6	2	→
	⋮	⋮

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 0

w 5

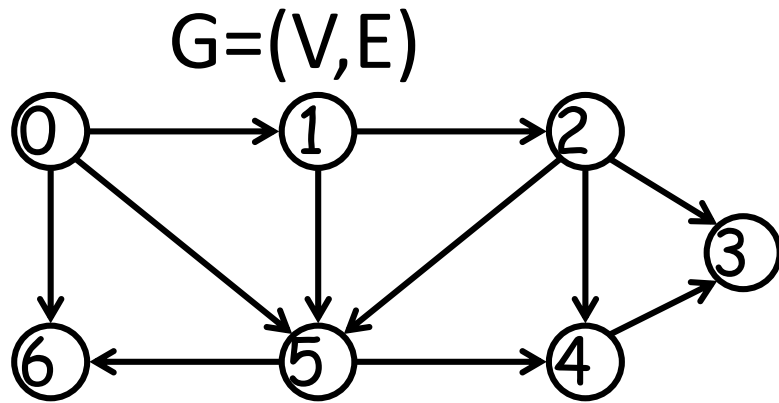
Q	
0	1
1	
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 1

T:	0							...
	0	1	2	3	4	5	6	

predecessor-		n 7	
count		firstedge	
0	0		1 → 5 → 6 →
1	0		2 → 5 →
2	1		3 → 4 → 5 →
3	2		
4	2		3 →
5	2		4 → 6 →
6	2		
	⋮		⋮

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 0

w 6

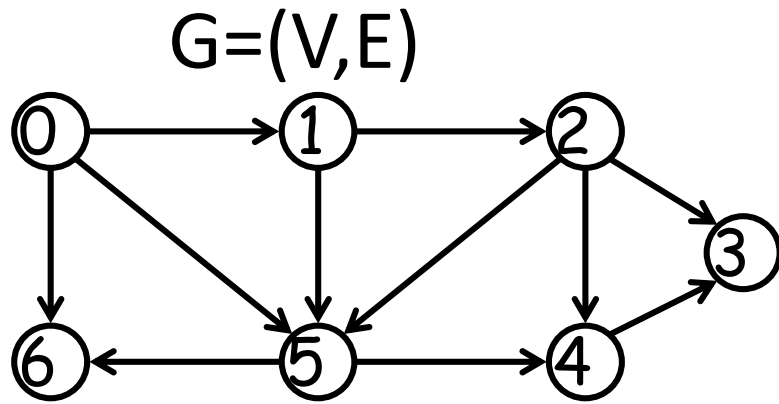
Q	
0	1
1	
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 1

T:	0							...
	0	1	2	3	4	5	6	

predecessor-		count		firstedge		n	
0	0	0				1	5
1	0	0				2	5
2	1	1				3	4
3	2	2					
4	2	2				3	
5	2	2				4	6
6	1	1					
	⋮						

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 1
w

Q

0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
⋮	

place 2

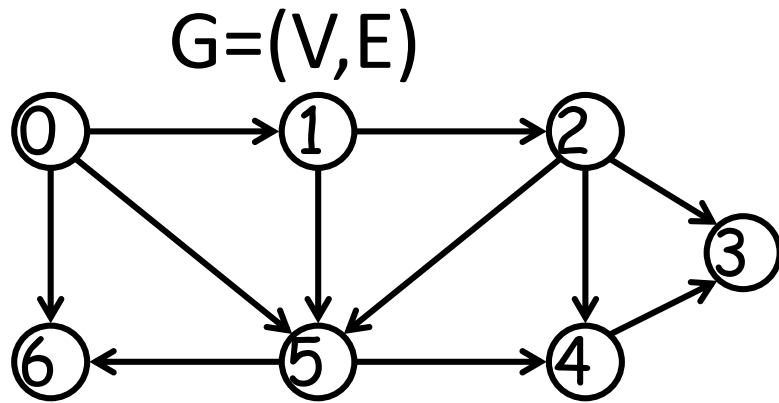
T:

0	1						...
0	1	2	3	4	5	6	

n 7

predecessor-	count	firstedge
0	0	→ 1 → 5 → 6 →
1	0	→ 2 → 5 →
2	1	→ 3 → 4 → 5 →
3	2	→
4	2	→ 3 →
5	2	→ 4 → 6 →
6	1	→
⋮		→

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 1

w 2

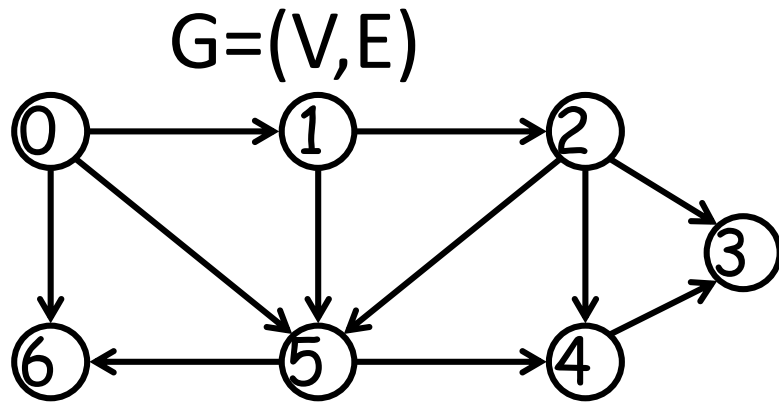
Q	
0	2
1	
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 2

T:	0	1						...
	0	1	2	3	4	5	6	

predecessor-		n 7	
count		firstedge	
0	0	→	1 → 5 → 6 →
1	0	→	2 → 5 →
2	0	→	3 → 4 → 5 →
3	2	→	
4	2	→	3 →
5	2	→	4 → 6 →
6	1	→	
	⋮		⋮

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 1

w 5

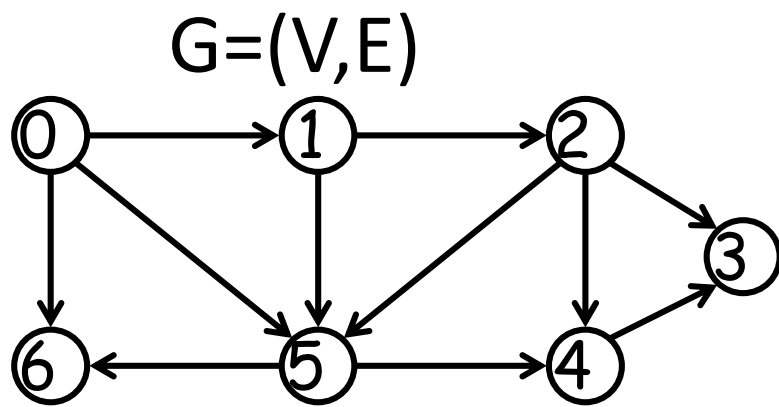
Q	
0	2
1	
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 2

T:	0	1						...
	0	1	2	3	4	5	6	

predecessor-		n 7	
count		firstedge	
0	0		1 → 5 → 6
1	0		2 → 5
2	0		3 → 4 → 5
3	2		
4	2		3
5	1		4 → 6
6	1		
	⋮		⋮

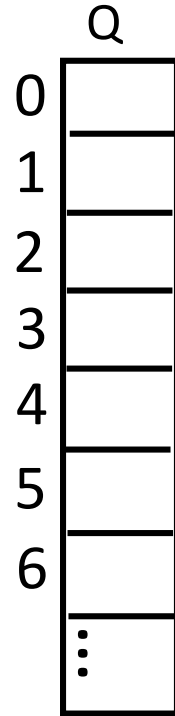
מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



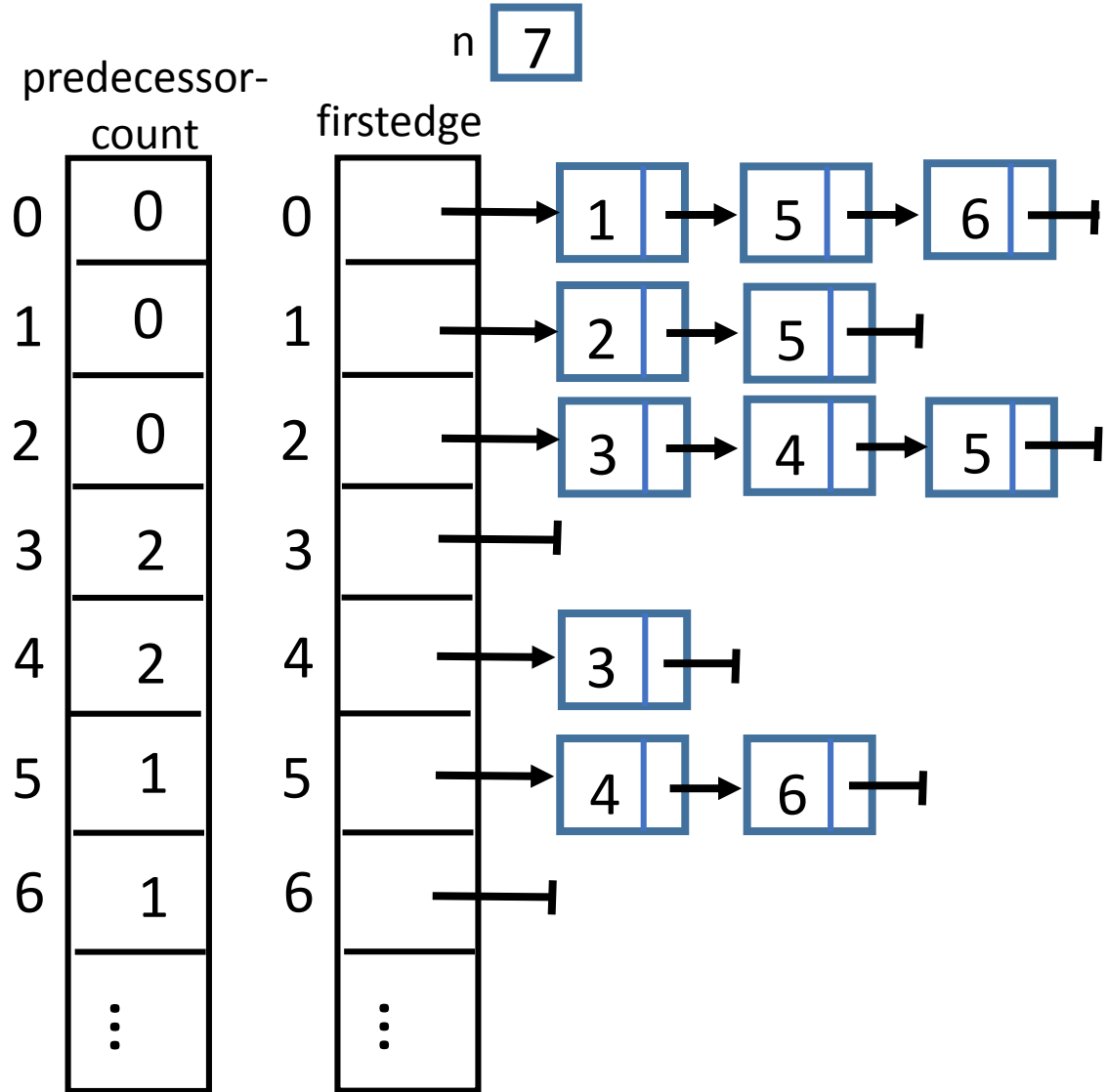
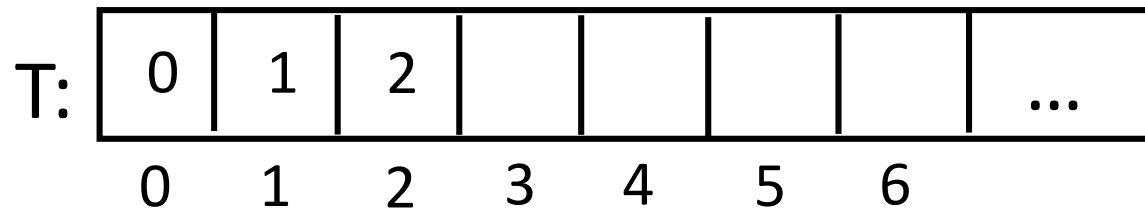
TopSort(G)

v

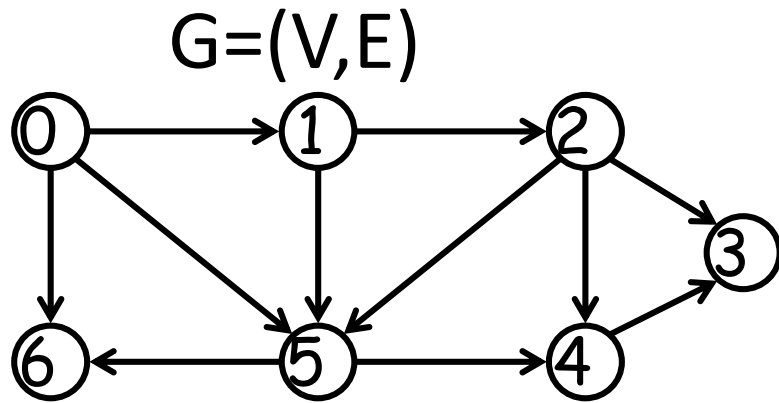
w



place



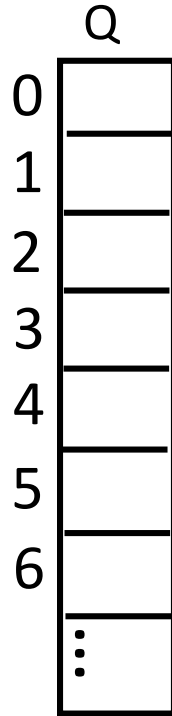
מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



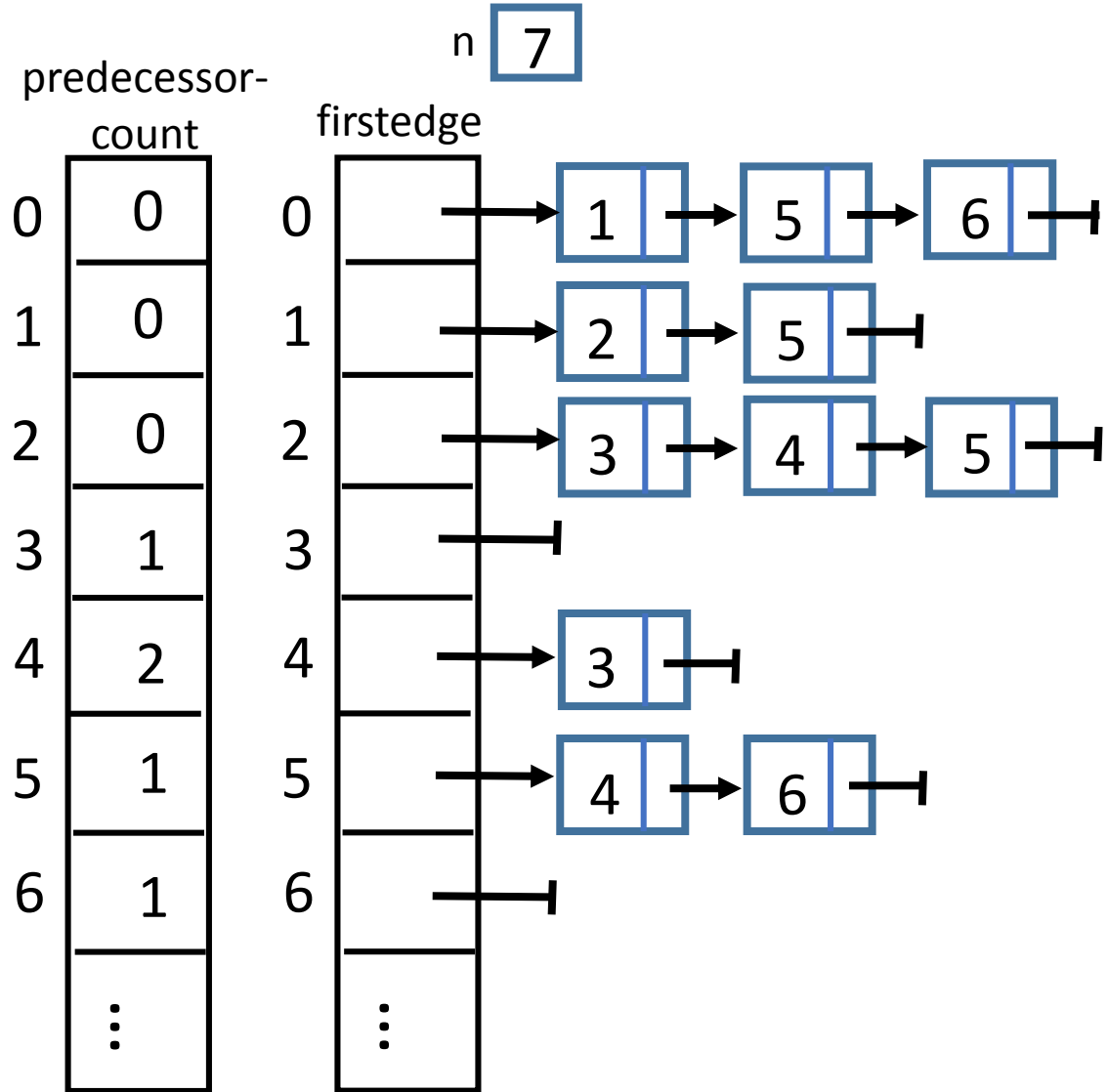
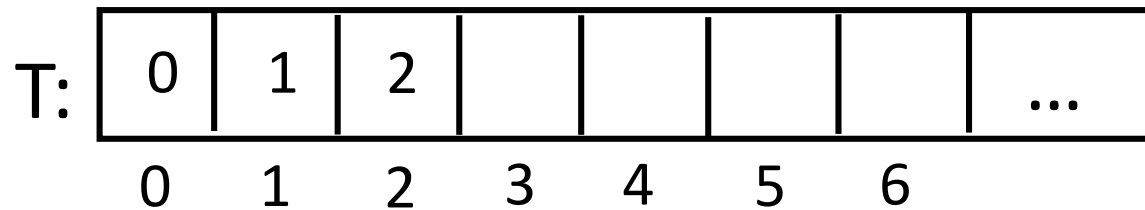
TopSort(G)

v 2

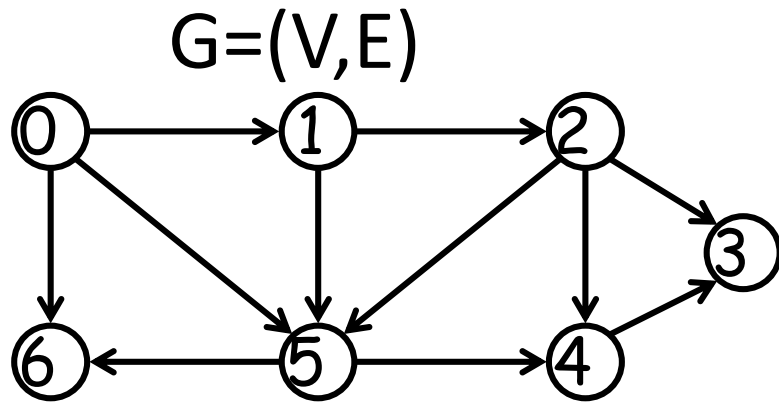
w 3



place 3



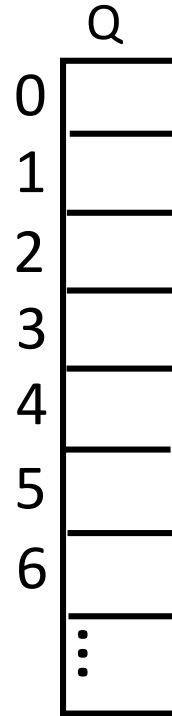
מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



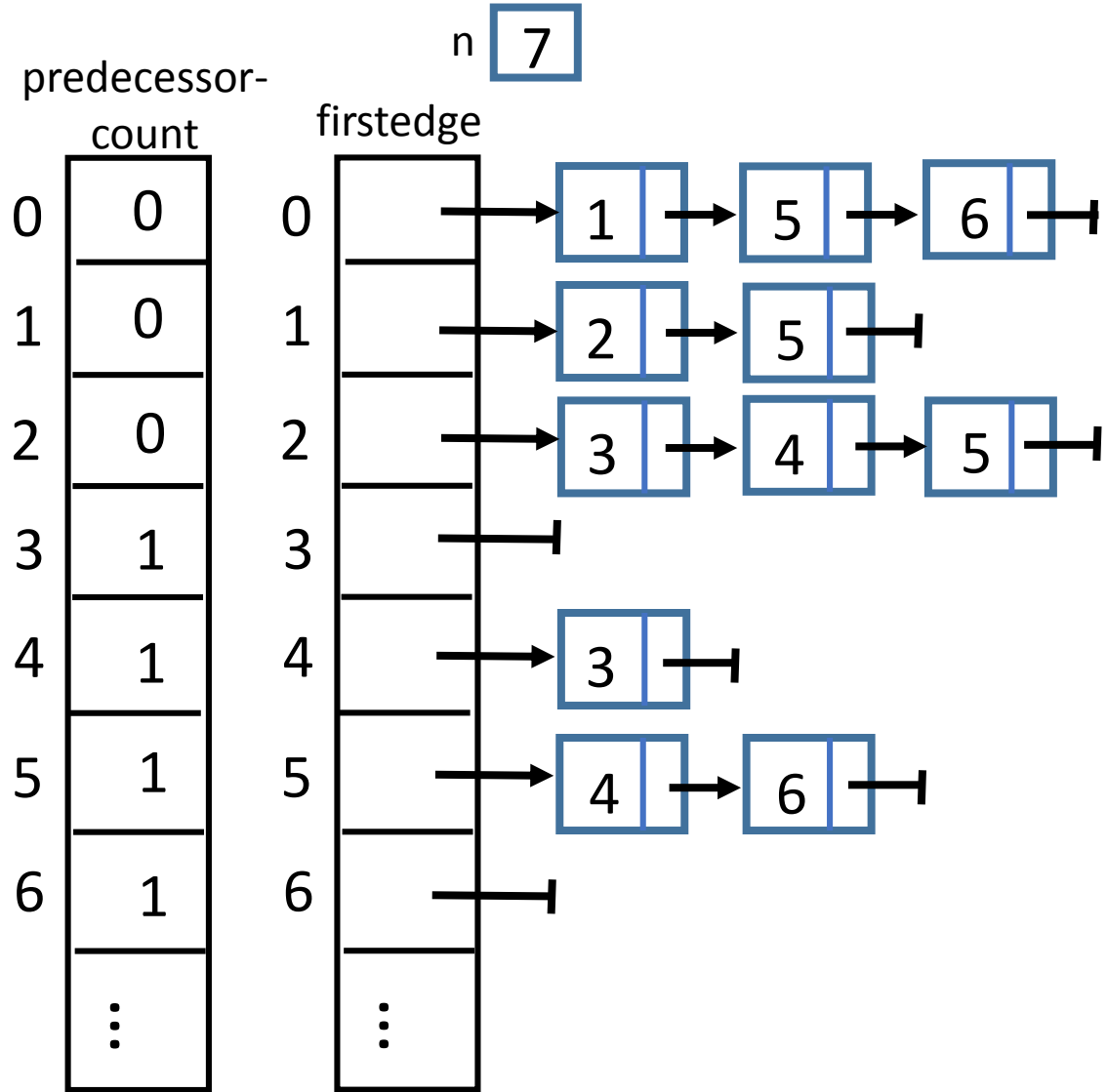
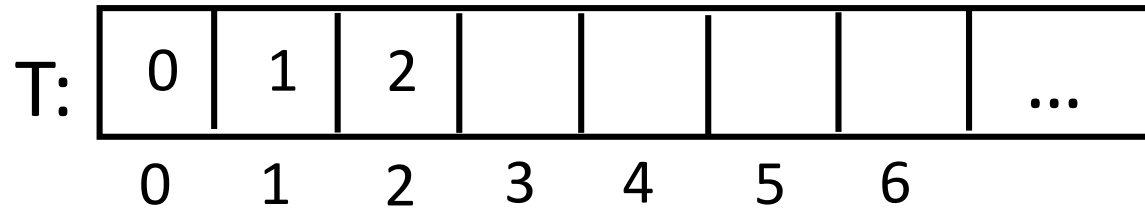
TopSort(G)

v 2

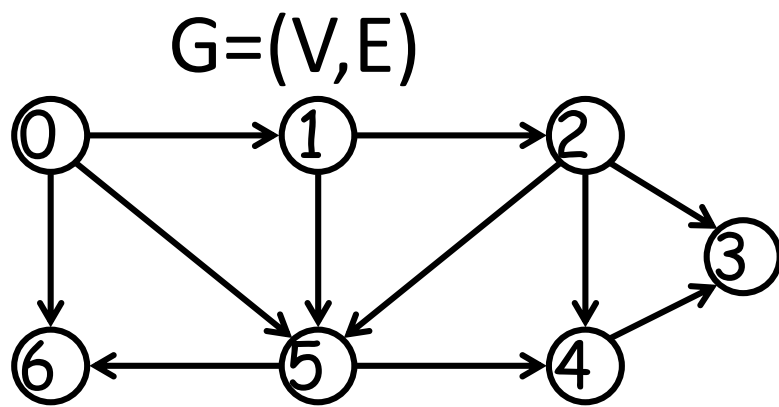
w 4



place 3



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 2

w 5

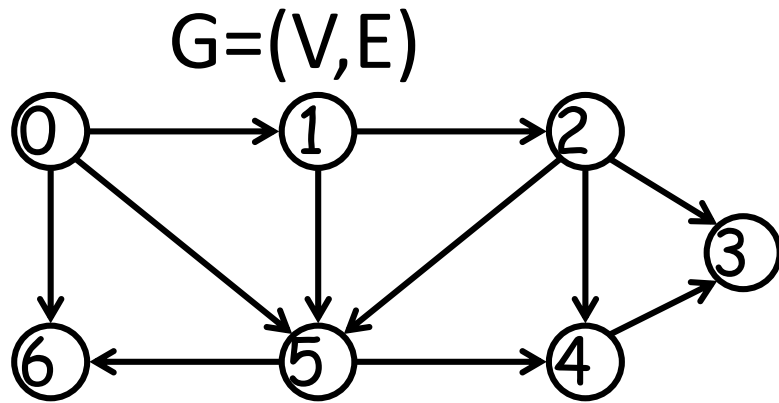
Q	
0	5
1	
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 3

T:	0	1	2					...
	0	1	2	3	4	5	6	

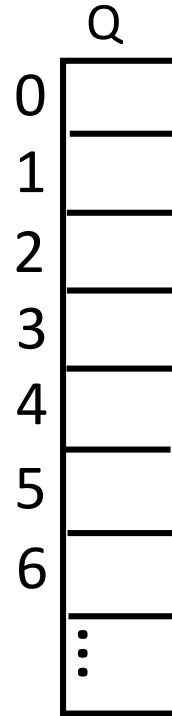
predecessor-		n 7	
count		firstedge	
0	0		1 → 5 → 6 →
1	0		2 → 5 →
2	0		3 → 4 → 5 →
3	1		
4	1		3 →
5	0		4 → 6 →
6	1		
	⋮		⋮

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב

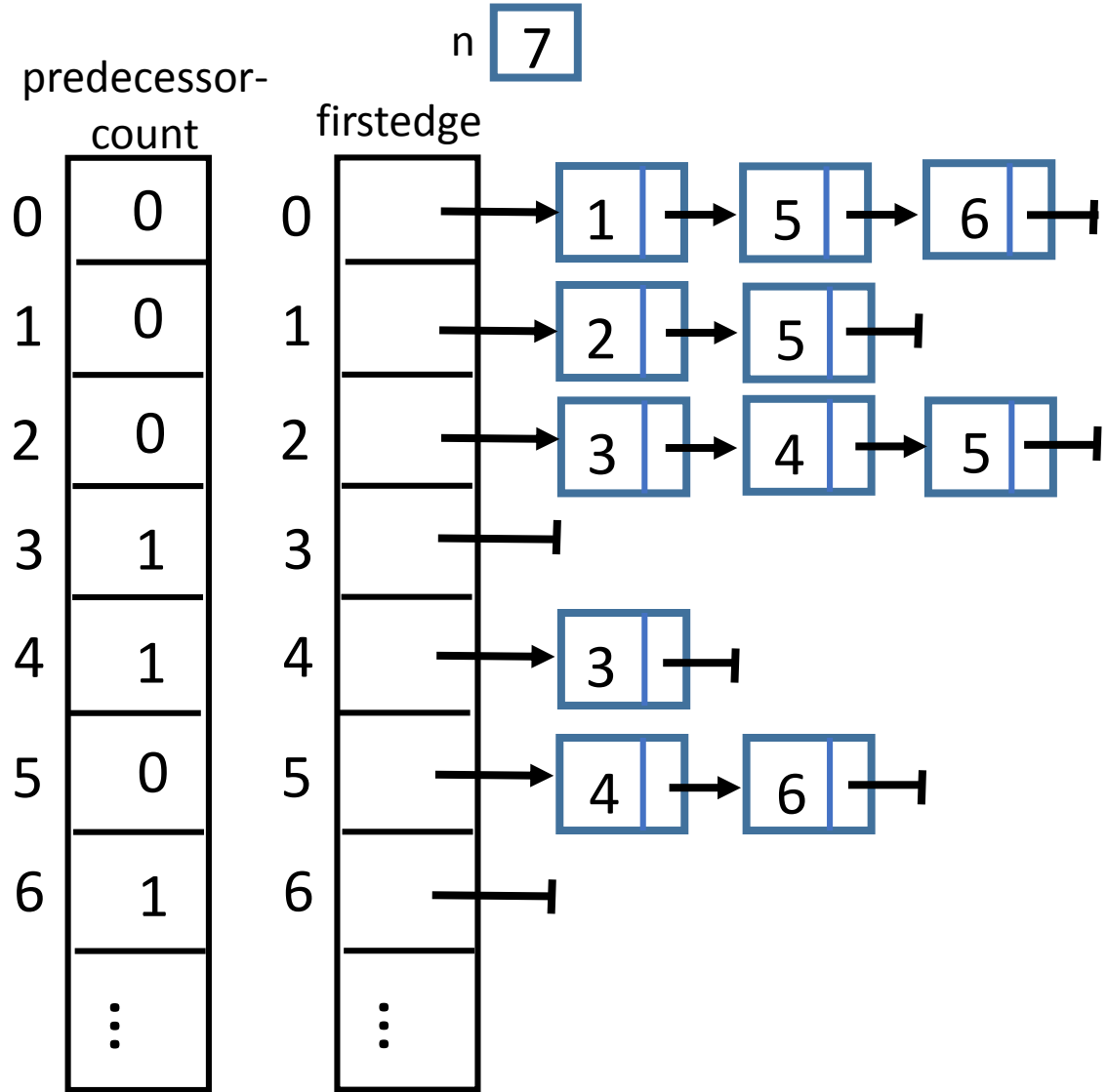
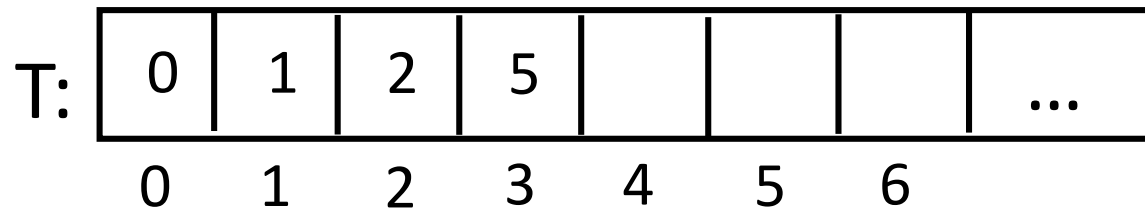


TopSort(G)

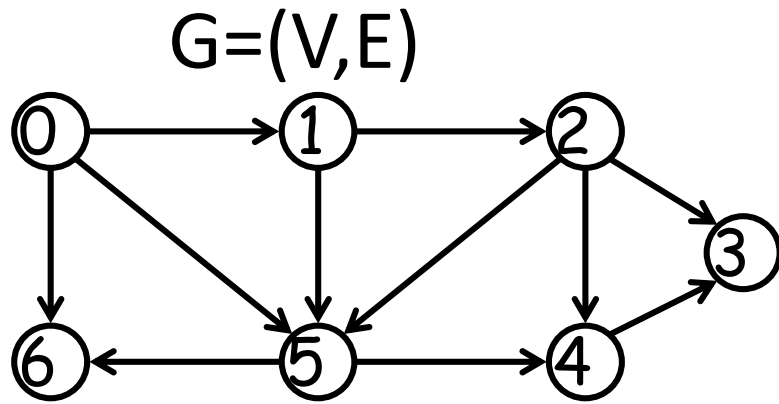
v
w



place



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 5

w 4

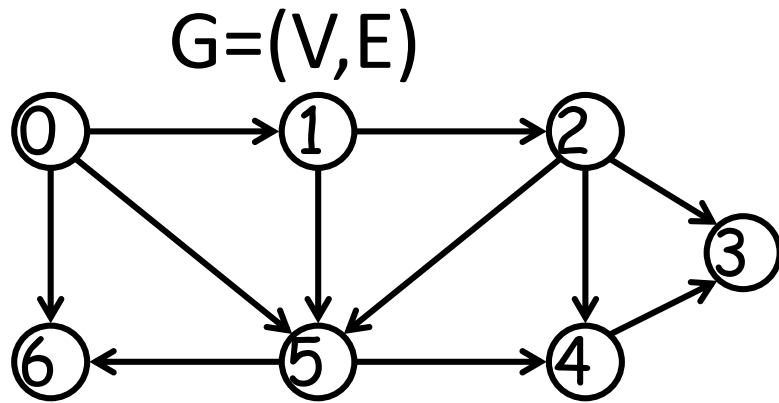
Q	
0	4
1	
2	
3	
4	
5	
6	
⋮	

place 4

T:	0	1	2	5				...
	0	1	2	3	4	5	6	

predecessor-		n 7	
count		firstedge	
0	0	0	1 → 5 → 6 →
1	0	1	2 → 5 →
2	0	2	3 → 4 → 5 →
3	1	3	⊥
4	0	4	3 →
5	0	5	4 → 6 →
6	1	6	⊥
⋮		⋮	

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 5

w 6

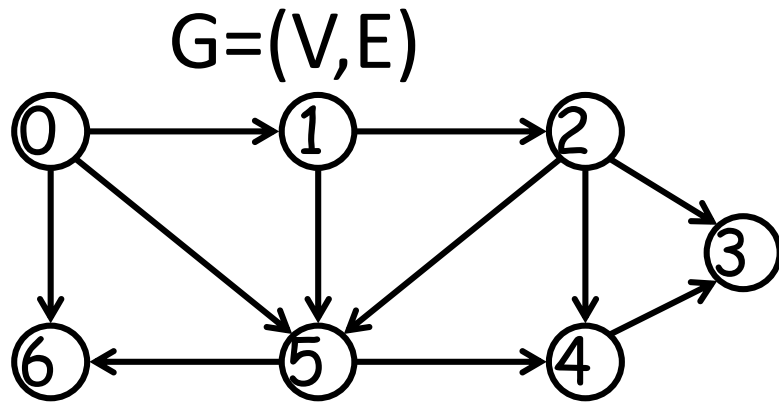
Q	
0	4
1	6
2	
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 4

T:	0	1	2	5				...
	0	1	2	3	4	5	6	

predecessor-		n 7	
count		firstedge	
0	0	→	1 → 5 → 6 →
1	0	→	2 → 5 →
2	0	→	3 → 4 → 5 →
3	1	→	
4	0	→	3 →
5	0	→	4 → 6 →
6	0	→	
	⋮		⋮

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v

w

Q

0	
1	6
2	
3	
4	
5	
6	
⋮	

place

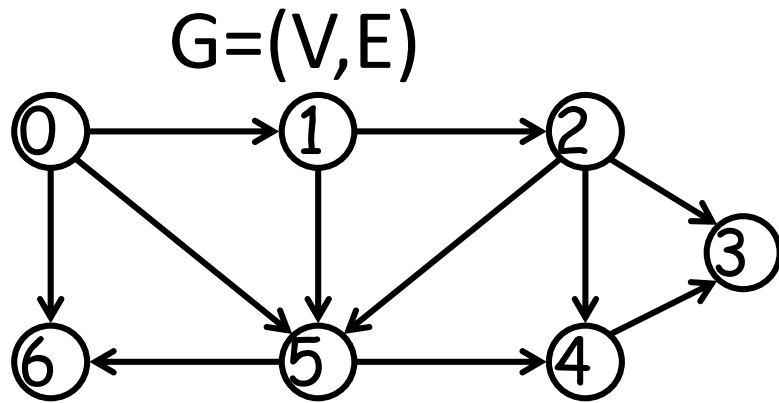
T:

0	1	2	5	4			...
0	1	2	3	4	5	6	

n

predecessor-	count	firstedge
0	0	→ <input type="text" value="1"/> → <input type="text" value="5"/> → <input type="text" value="6"/> →
1	0	→ <input type="text" value="2"/> → <input type="text" value="5"/> →
2	0	→ <input type="text" value="3"/> → <input type="text" value="4"/> → <input type="text" value="5"/> →
3	1	→
4	0	→ <input type="text" value="3"/> →
5	0	→ <input type="text" value="4"/> → <input type="text" value="6"/> →
6	0	→
⋮		⋮

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

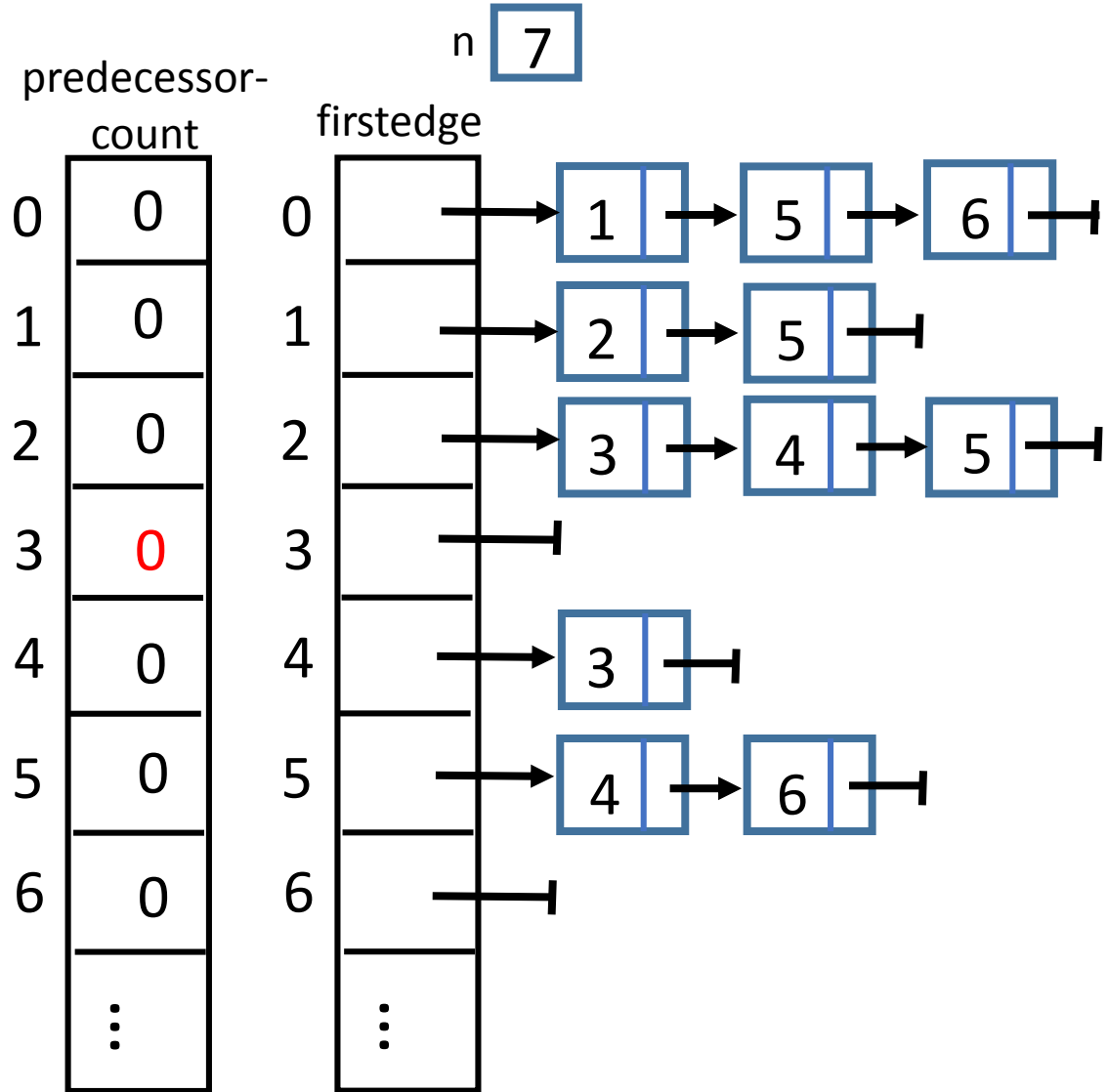
v 4

w 3

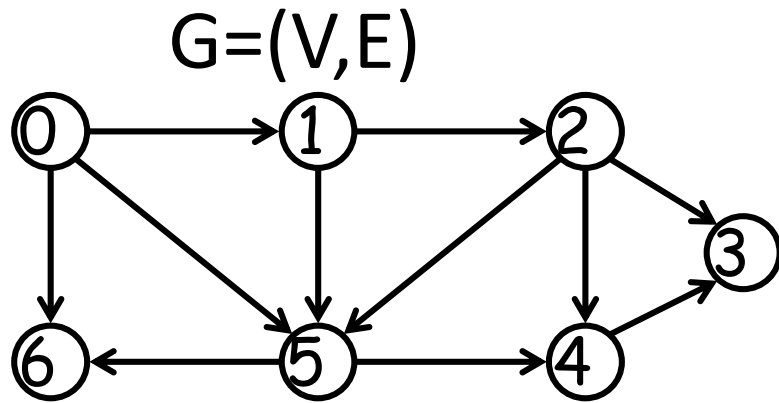
Q	
0	
1	6
2	3
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 5

T:	0	1	2	5	4			...
	0	1	2	3	4	5	6	



מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v 6
w

Q

0	
1	
2	3
3	
4	
5	
6	
	⋮

place 6

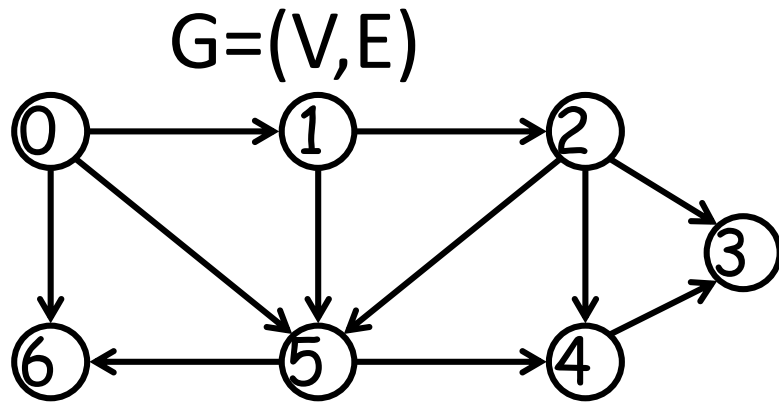
T:

0	1	2	5	4	6		...
0	1	2	3	4	5	6	

n 7

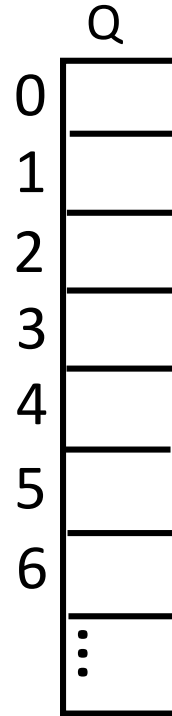
predecessor-	count	firstedge
0	0	→ 1 → 5 → 6 →
1	0	→ 2 → 5 →
2	0	→ 3 → 4 → 5 →
3	0	→
4	0	→ 3 →
5	0	→ 4 → 6 →
6	0	→
	⋮	⋮

מציאת סדר טופולוגי בגרף בחיפוש לרוחב



TopSort(G)

v
w



place

