

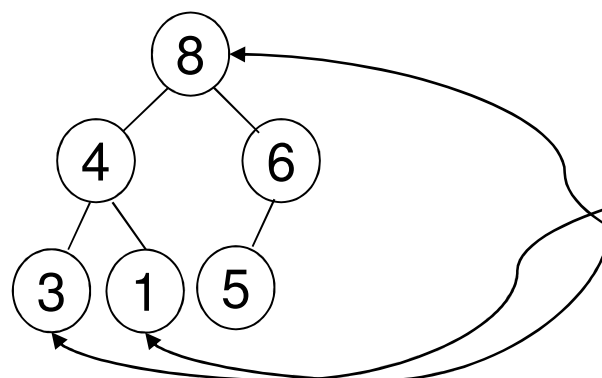
3. תארו מבנה נתונים המאפשר ביצוע הפעולות הבאות בסיבוכיות הנדרשת:

- $\text{Init}(S)$ – אתחול המבנה, בהינתן סדרת איברים S באורך m , בזמן $O(m)$.
 - $\text{Insert}(x)$ – הוספת x למבנה, בזמן $O(\log n)$ (n הוא מספר האיברים הנוכחי).
 - Find-min – החזרת המינימום, בזמן $O(1)$.
 - Find-max – החזרת המקסימום, בזמן $O(1)$.
 - Del-min – הוצאת המינימום מהמבנה, בזמן $O(\log n)$.
 - Del-max – הוצאת המקסימום מהמבנה, בזמן $O(\log n)$.
- הערה: מס' האיברים המקסימלי במבנה נתונים הוא m .

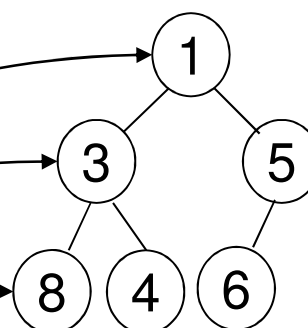
פתרון 3

נשמור את האיברים בשתי ערמות בו זמנית: ערימת מינימום וערימת מקסימום.
לכל איבר נשמור גם את האינדקס של ה"תאום" שלו בערמה השנייה.

ערימת מקסימום



ערימת מינימום



	1	2	3	4	5	6	7	8
element	8	4	6	3	1	5		
index of "twin"	4	5	6	2	1	3		

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

בשקף הבא - מימוש הפעולות

$\text{Init}(S)$: נעתיק את איברי S לשני מערכים נפרדים. בשלב זה "תאומים" נמצאים באותו אינדקס, לכן לכל איבר נאתחל את אינדקס ה"תאום" שלו כאינדקס שלו עצמו.

נריץ Build-heap פעם לערמת מינימום ופעם לערמת מקסימום. כל תזוזה של איבר תגרור עדכון של האינדקס ששמור אצל אחיו "התאום" (תוספת של קבוע לסיבוכיות).

זמן: $2 \cdot \Theta(m)$ עבור ההעתקה ועוד $2 \cdot \Theta(m)$ עבור בניית הערמות. סה"כ $\Theta(m)$.

$\text{Find-max} / \text{Find-min}$: החזרת שורש הערמה המתאימה. זמן: $\Theta(1)$.

$\text{Insert}(x)$: נכניס את x לכל אחת משתי הערמות. שוב, בכל תזוזה של איבר בערמה אחת, נעדכן את האינדקס ששמור אצל אחיו "התאום" בערמה השנייה בהתאם.

זמן: כל הכנסה $\Theta(\log n)$, סה"כ $\Theta(\log n)$.

Del-min : נמחק את שורש ערימת המינימום ובעזרת האינדקסים נגיע ל"תאום" ונמחק גם אותו מערימת המקסימום. מחיקת שורש תתבצע כרגיל, ואילו מחיקת ה"תאום" תתבצע כפי שראינו בתרגיל קודם. מימוש Del-max סימטרי ל- Del-min .

זמן: כל מחיקה $\Theta(\log n)$, סה"כ $\Theta(\log n)$.

הערה: הצומת התאום של שורש ערימה אחת הוא עלה בערימה השנייה.