

Indhold

Asymptotisk notation	2
Analyse af løkker	7
Indsættelse i søgetræer	13
Max-Heap-Insert	18
Build-Max-Heap	22
Heap-Extract-Max	27
Partition	32
Radix-sort	36
Lineær probing	39
Kvadratisk probing	44
Dobbelt hashing	49
Lovlige rød-sortede træer	54
Rød-sort træ indsættelse	59
Union-find	65
Huffman koder	72
Rekursionsligninger	77
BFS	79
Lovlige BFS træer	84
DFS	89
Dijkstras algoritme	98
Prims algoritme	103
Kruskals algoritme	108
Topologisk sortering	113
Stærke sammenhængskomponenter	118
Løkke opgaver	122
Amortiseret analyse	131
Invarianter	137
Udvidede søgetræer	147
Diverse spørgsmål	155

Asymptotisk notation

Opgave 1 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$(\log n)^3 = O(n^2)$	☐ A	☐ B	1.1
$4 \log(n^2) = O(n^{3/2})$	☐ A	☐ B	1.2
$n^2 + 3 \log n = O(\log n)$	☐ A	☐ B	1.3
$n^2 = O(n)$	☐ A	☐ B	1.4
$2n \cdot \log n = O(2^n)$	☐ A	☐ B	1.5
$3^3 + \sqrt{n} = O(n!)$	☐ A	☐ B	1.6
$3\sqrt{n} + 7n^{1/3} = O(n^{0.1})$	☐ A	☐ B	1.7
$4(\log n)^4 = O(2^n)$	☐ A	☐ B	1.8
$n \cdot \log n = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	1.9
$\log n = \Omega(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	1.10
$n \cdot \log n = \Omega(n^{0.1})$	☐ A	☐ B	1.11
$n^{0.01}/5 = \Omega(\log n)$	☐ A	☐ B	1.12

Opgave 2 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$6\sqrt{n} \cdot \log n = O(n^{2/3})$	☐ A	☐ B	2.1
$n^{0.1} = O(n)$	☐ A	☐ B	2.2
$7(\log n)^2 = O(n^{0.001})$	☐ A	☐ B	2.3
$n \cdot \log n = O(\sqrt{n} \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	2.4
$2^n = O(n^3)$	☐ A	☐ B	2.5
$n^2 \log n = O(\log n)$	☐ A	☐ B	2.6
$n^3 = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	2.7
$n = O(\log(n!))$	☐ A	☐ B	2.8
$7n \cdot \log n = O(n^{0.001})$	☐ A	☐ B	2.9
$n \cdot \log n = \Omega(8^{\log n})$	☐ A	☐ B	2.10
$\sqrt{n} = \Omega((\log n)^2)$	☐ A	☐ B	2.11
$n \cdot \log n = \Omega(n^{2/3})$	☐ A	☐ B	2.12

Opgave 3 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$\sqrt{n} = O(n^{2/3})$	☐ A	☐ B	3.1
$\log(n^2) = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	3.2
$n = O(n^{0.01})$	☐ A	☐ B	3.3
$4n = O(n)$	☐ A	☐ B	3.4
$8^{\log n} = O(\log n)$	☐ A	☐ B	3.5
$2^n = O(\log(n^2))$	☐ A	☐ B	3.6
$\log(n!) = O(n)$	☐ A	☐ B	3.7
$n^2 = O(n^{0.001})$	☐ A	☐ B	3.8
$(\log n)^2 = O(n^{0.01})$	☐ A	☐ B	3.9
$n^{0.001} = \Omega(\log(n^2))$	☐ A	☐ B	3.10
$n^2 \log n = \Omega(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	3.11
$3^n = \Omega(\log n)$	☐ A	☐ B	3.12

Opgave 4 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$n + \sqrt{n} = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	4.1
$2^{3 \log n} = O(n^n)$	☐ A	☐ B	4.2
$7n^3 = O(3^3)$	☐ A	☐ B	4.3
$n^2 \log n = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	4.4
$n \cdot \log n = O(n^3)$	☐ A	☐ B	4.5
$\log(n!) = O(n^3)$	☐ A	☐ B	4.6
$2^n = O(2^{3 \log n})$	☐ A	☐ B	4.7
$5n^{2/3} \cdot n^{1/3} = O(n^n)$	☐ A	☐ B	4.8
$\sqrt{n} = O(2^{\log n})$	☐ A	☐ B	4.9
$\log n + \log n = \Theta(\log n)$	☐ A	☐ B	4.10
$4\sqrt{n} \cdot \log n = \Omega(\sum_{i=1}^n i)$	☐ A	☐ B	4.11
$(\log n)^3 = \Theta((\log n)^6)$	☐ A	☐ B	4.12

Opgave 5 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$\log(n!) = O(n!)$	☐ A	☐ B	5.1
$2^n = O(n^{0.1})$	☐ A	☐ B	5.2
$n^{3/2} = O(n^2 \log n)$	☐ A	☐ B	5.3
$6n^2 = O(2^{\log n})$	☐ A	☐ B	5.4
$\log n = O(\sqrt{n} \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	5.5
$5 \log n + n^2 = O(\log(n^2))$	☐ A	☐ B	5.6
$2^{3 \log n} = O(n)$	☐ A	☐ B	5.7
$1 = O(n^{0.1})$	☐ A	☐ B	5.8
$n \cdot \log n = O(n)$	☐ A	☐ B	5.9
$1 = \Omega(n^{1/3})$	☐ A	☐ B	5.10
$6 \log n = \Theta(4^{\log n})$	☐ A	☐ B	5.11
$n^{0.001} = \Omega(\sqrt{n} \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	5.12

Opgave 6 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$\log n = O(2^{\log n})$	☐ A	☐ B	6.1
$8^{\log n} = O(n^{2/3})$	☐ A	☐ B	6.2
$\sqrt{n} = O(n^{2/3})$	☐ A	☐ B	6.3
$2^{\log n} = O(2^{2 \log n})$	☐ A	☐ B	6.4
$\log(n^2) = O(\log n)$	☐ A	☐ B	6.5
$\sqrt{n} \cdot \log n = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	6.6
$\log(n!)/7 = O(n^2 \log n)$	☐ A	☐ B	6.7
$n! + \sqrt{n} \cdot (\log n)/3 = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	6.8
$\sqrt{n} = O((\log n)^3)$	☐ A	☐ B	6.9
$5\sqrt{n} + 2 \cdot 8^{\log n} = \Omega(n!)$	☐ A	☐ B	6.10
$8^{\log n} = \Theta(2^{3 \log n})$	☐ A	☐ B	6.11
$n \cdot \log n = \Omega(2^{3 \log n})$	☐ A	☐ B	6.12

Opgave 7 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$1 + \log(n^2)/2 = O(\log n)$	☐ A	☐ B	7.1
$2n = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	7.2
$1 + 3^3 = O(2^{3 \log n})$	☐ A	☐ B	7.3
$7n \cdot \log n = O(\log n)$	☐ A	☐ B	7.4
$n! = O((\log n)^3)$	☐ A	☐ B	7.5
$n^2 \log n = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	7.6
$n \cdot \log n = O(\log(n^2))$	☐ A	☐ B	7.7
$n^{2/3} = O(2^{3 \log n})$	☐ A	☐ B	7.8
$3n \cdot \log n = O(1)$	☐ A	☐ B	7.9
$n = \Theta(n^{0.1})$	☐ A	☐ B	7.10
$\log n = \Omega(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	7.11
$4 \log n = \Theta(\log n)$	☐ A	☐ B	7.12

Opgave 8 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$n \cdot \log n = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	8.1
$n^{0.01} = O(\sqrt{n} \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	8.2
$4 \cdot 3^n = O(\log n)$	☐ A	☐ B	8.3
$n^{2/3} = O(n^{2/3} \cdot n^{1/3})$	☐ A	☐ B	8.4
$5^5 + n^{0.001} = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	8.5
$\log(n^2) = O(\log n)$	☐ A	☐ B	8.6
$5n^{1/3} = O(\log n)$	☐ A	☐ B	8.7
$2^{3 \log n} = O(n^3)$	☐ A	☐ B	8.8
$6\sqrt{n} \cdot \log n = O(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	8.9
$n/6 = \Theta(n)$	☐ A	☐ B	8.10
$2^{2 \log n} = \Theta(n\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	8.11
$n^3 = \Theta(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	8.12

Opgave 9 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$\sqrt{n}/2 = O(\log(n^2))$	☐ A	☐ B	9.1
$2^n = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	9.2
$6 \log(n!) + n \cdot \log n = O(2^{\log n})$	☐ A	☐ B	9.3
$\log n = O(\sqrt{n} \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	9.4
$2 = O((\log n)^2)$	☐ A	☐ B	9.5
$(\log n)^3 = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	9.6
$n \cdot \log n = O(2^n)$	☐ A	☐ B	9.7
$n^3 + n \cdot \log n = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	9.8
$8^{\log n} = O(2^n)$	☐ A	☐ B	9.9
$n^{0.1}/6 = \Theta(n^n)$	☐ A	☐ B	9.10
$4^{\log n} = \Theta(\sum_{i=1}^n i)$	☐ A	☐ B	9.11
$1 = \Theta(5^5)$	☐ A	☐ B	9.12

Opgave 10 (6 %)

I det følgende angiver $\log n$ 2-tals-logaritmen af n .

	Ja	Nej	
$n \cdot \log n = O(2^{2 \log n})$	☐ A	☐ B	10.1
$2^{3 \log n} = O(n!)$	☐ A	☐ B	10.2
$n = O(n \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	10.3
$n = O(n\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	10.4
$3n = O(n)$	☐ A	☐ B	10.5
$\sqrt{n} + \sqrt{n} = O(n^{0.1})$	☐ A	☐ B	10.6
$\log(n!) + 6n^{3/2} = O(\log n)$	☐ A	☐ B	10.7
$n^{0.1} = O(\sqrt{n} \cdot \log n)$	☐ A	☐ B	10.8
$n \cdot (\log n)/3 = O(2^n)$	☐ A	☐ B	10.9
$n \cdot \log n = \Theta(\log(n!))$	☐ A	☐ B	10.10
$1 + 4 = \Theta(4^4)$	☐ A	☐ B	10.11
$\sqrt{n} \cdot \log n = \Omega(\sqrt{n})$	☐ A	☐ B	10.12

Analyse af løkker

Opgave 11 (6 %)

Algorithm loop1(n) $s = 1$ while $s \leq n$ $s = s + 1$	Algorithm loop2(n) $s = 0$ for $i = 1$ to n for $j = 1$ to n for $k = 1$ to n $s = s + 1$
Algorithm loop3(n) $i = 0$ $j = n$ while $i < j$ $i = i + 2$ $j = j + 1$	Algorithm loop4(n) for $i = 1$ to n $j = i$ while $j \leq n$ $j = 2 * j$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(\log \log n)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \cdot \log n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	11.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	11.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	11.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	11.4

Opgave 12 (6 %)

Algorithm loop1(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $i = 2 * i$	Algorithm loop2(n) $s = 1$ for $i = 1$ to n for $j = i$ to n $s = s + 1$
Algorithm loop3(n) $i = 1$ $j = n$ while $i \leq j$ $i = i * 2$ $j = \lfloor j/2 \rfloor$	Algorithm loop4(n) for $i = 1$ to n $j = 0$ while $j \leq n$ $j = j + i$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(\log \log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \cdot \log n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	12.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	12.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	12.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	12.4

Opgave 13 (6 %)

Algorithm loop1(n) $s = 0$ for $i = 1$ to n for $j = 1$ to $i * i$ $s = s + 1$	Algorithm loop2(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $i = 2 * i$
Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i \leq n * n$ $i = 2 * i$	Algorithm loop4(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ while $j \leq i$ $j = 2 * j$ $i = 2 * i$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n^2)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n^2 \cdot \log n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	13.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	13.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	13.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	13.4

Opgave 14 (6 %)

Algorithm loop1(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $i = 2 * i$	Algorithm loop2(n) $i = n$ while $i > 0$ $i = i - 1$
Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i \leq n * n$ $i = 3 * i$	Algorithm loop4(n) $i = 1$ $j = 1$ $s = 0$ while $s \leq n$ while $j \leq s$ $j = 2 * j$ $s = s + i$ $i = i + 1$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n^2)$	$\Theta(2^n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta((\log n)^2)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	14.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	14.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	14.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	14.4

Opgave 15 (6 %)

Algorithm loop1(n) $s = 0$ for $i = 1$ to n for $j = 1$ to n for $k = 1$ to n $s = s + 1$	Algorithm loop2(n) for $i = 1$ to n $j = i$ while $j > 0$ $j = j - 1$
Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 0$ while $j \leq n$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$	Algorithm loop4(n) $i = n$ $j = 0$ while $i > 0$ if $j < i$ $j = j + 1$ else $j = 0$ $i = i - 1$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n \log n)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(\frac{\log n}{\log \log n})$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(\log n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	15.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	15.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	15.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	15.4

Opgave 16 (6 %)

Algorithm loop1(n) <pre> $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ while $j \leq n$ $j = j + 1$ $i = i + 1$ </pre>	Algorithm loop2(n) <pre> $s = 0$ for $i = 1$ to n for $j = 1$ to $i * i$ $s = s + 1$ </pre>
Algorithm loop3(n) <pre> $i = n$ while $i \leq n * n$ $i = 2 * i$ </pre>	Algorithm loop4(n) <pre> $i = 1$ while $i \leq n$ $j = i$ while $j \leq n$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$ </pre>

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(\log \log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n\sqrt{n})$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	16.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	16.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	16.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	16.4

Opgave 17 (6 %)

Algorithm loop1(n) <pre> s = 1 for i = 1 to n * n for j = 1 to n s = s + 1 </pre>	Algorithm loop2(n) <pre> s = 1 for i = 1 to n s = s + 1 </pre>
Algorithm loop3(n) <pre> s = 0 i = n while i > 0 for j = 1 to i s = s + 1 i = i - 1 </pre>	Algorithm loop4(n) <pre> i = n j = 0 while i > 0 if j < i j = j + 1 else j = 0 i = i - 1 </pre>

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(\sqrt{n} \log n)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	17.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	17.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	17.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	17.4

Opgave 18 (6 %)

Algorithm loop1(n) <pre> s = 0 for i = 1 to n for j = 1 to n for k = 1 to n s = s + 1 </pre>	Algorithm loop2(n) <pre> i = n while i > 0 i = i - 1 </pre>
Algorithm loop3(n) <pre> i = 2 while i ≤ n i = i * i </pre>	Algorithm loop4(n) <pre> for i = 1 to n j = i while j ≤ n j = 2 * j </pre>

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n)$	$\Theta(\log \log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\log n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	18.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	18.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	18.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	18.4

Opgave 19 (6 %)

Algorithm loop1(n) for $i = 1$ to n $j = i$ while $j > 0$ $j = j - 1$	Algorithm loop2(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $i = 2 * i$
Algorithm loop3(n) $s = 0$ $i = 1$ while $s \leq n$ $s = s + i$ $i = i + 1$	Algorithm loop4(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = i$ while $j \leq n$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n^2 \cdot \log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	19.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	19.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	19.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	19.4

Opgave 20 (6 %)

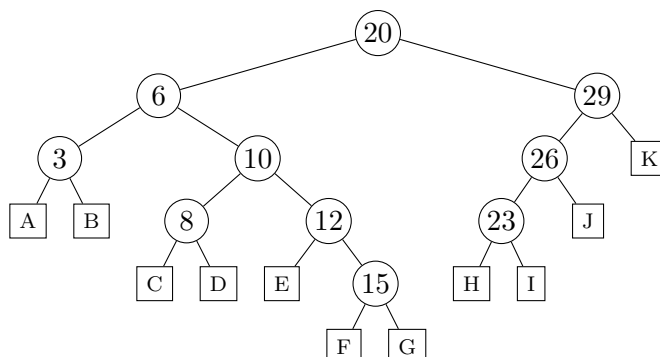
Algorithm loop1(n) for $i = 1$ to n $j = i$ while $j > 0$ $j = j - 1$	Algorithm loop2(n) $s = 1$ for $i = n$ to 1 step -1 for $j = n$ to 1 step -1 $s = s + 1$
Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ while $j \leq i$ $j = 2 * j$ $i = i + 1$	Algorithm loop4(n) $i = 1$ $j = n$ while $i \leq j$ $i = 4 * i$ $j = 2 * j$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\frac{\log n}{\log \log n})$	$\Theta(2^n)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	20.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	20.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	20.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	20.4

Indsættelse i søgetræer

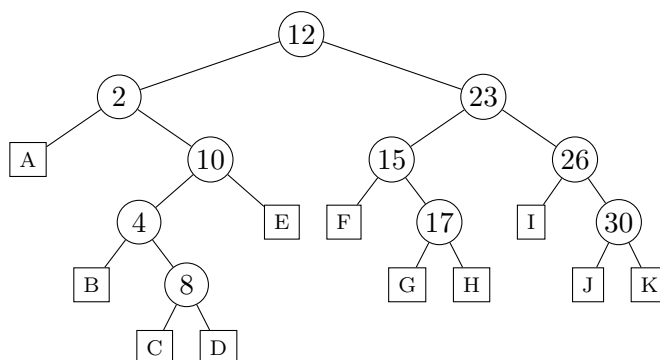
Opgave 21 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 18, 2, 11, 25 and 22 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(18)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	21.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	21.2
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	21.3
INSERT(25)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	21.4
INSERT(22)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	21.5

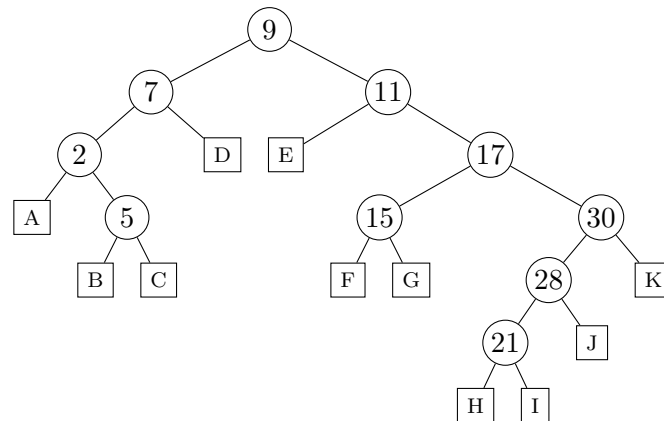
Opgave 22 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 19, 28, 27, 1 and 21 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(19)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	22.1
INSERT(28)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	22.2
INSERT(27)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	22.3
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	22.4
INSERT(21)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	22.5

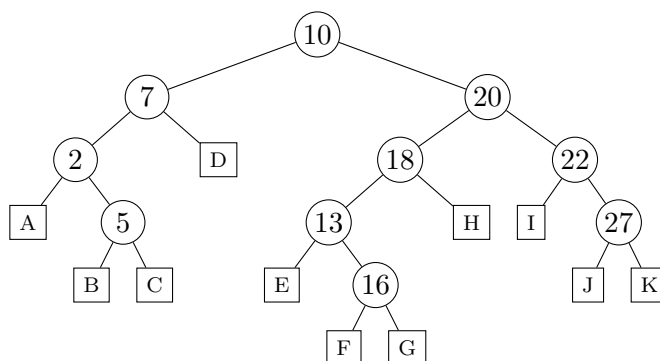
Opgave 23 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 10, 3, 22, 25 and 20 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	23.1
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	23.2
INSERT(22)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	23.3
INSERT(25)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	23.4
INSERT(20)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	23.5

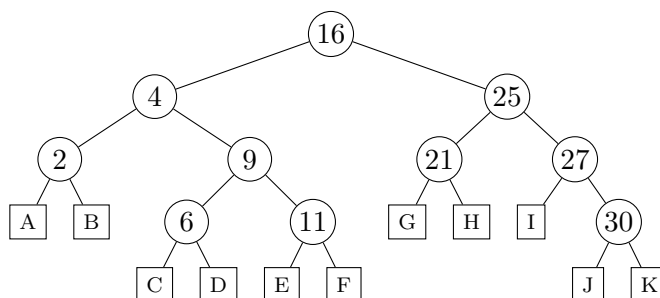
Opgave 24 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 11, 19, 17, 28 and 1 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	24.1
INSERT(19)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	24.2
INSERT(17)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	24.3
INSERT(28)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	24.4
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	24.5

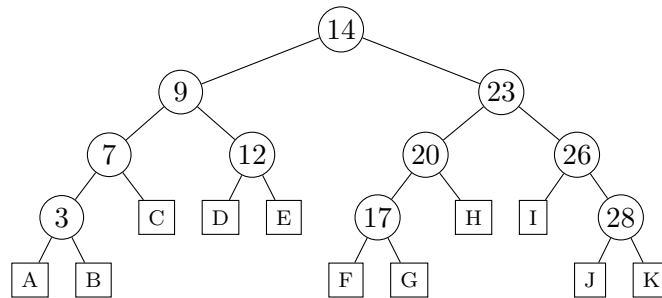
Opgave 25 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 18, 5, 12, 19 and 22 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(18)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	25.1
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	25.2
INSERT(12)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	25.3
INSERT(19)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	25.4
INSERT(22)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	25.5

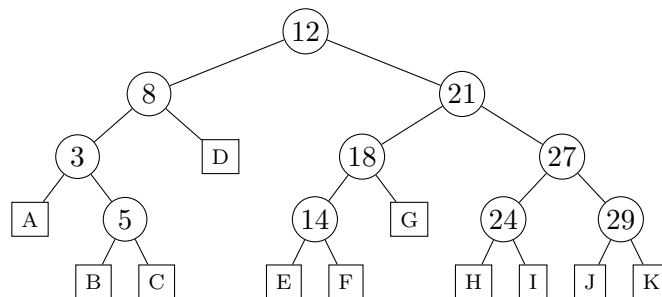
Opgave 26 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 16, 2, 4, 19 and 22 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(16)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	26.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	26.2
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	26.3
INSERT(19)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	26.4
INSERT(22)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	26.5

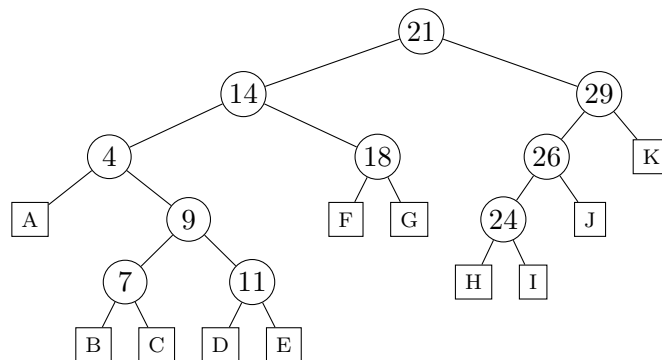
Opgave 27 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 17, 10, 19, 15 and 23 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(17)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	27.1
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	27.2
INSERT(19)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	27.3
INSERT(15)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	27.4
INSERT(23)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	27.5

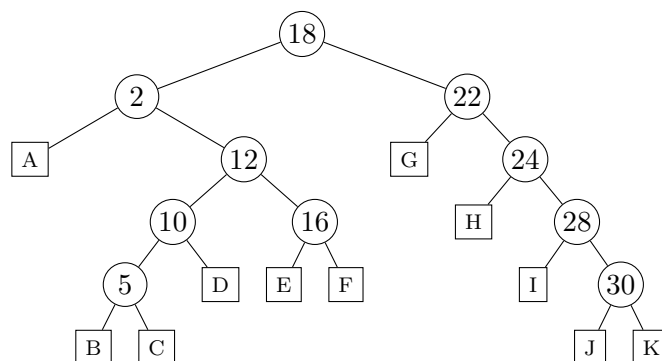
Opgave 28 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 15, 20, 28, 16 and 12 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(15)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	28.1
INSERT(20)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	28.2
INSERT(28)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	28.3
INSERT(16)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	28.4
INSERT(12)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	28.5

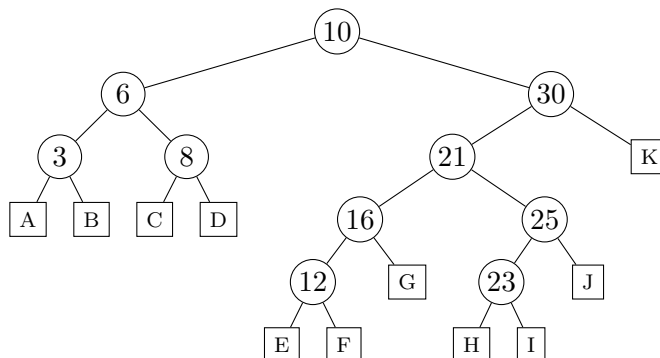
Opgave 29 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 26, 29, 21, 8 and 6 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(26)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	29.1
INSERT(29)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	29.2
INSERT(21)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	29.3
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	29.4
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	29.5

Opgave 30 (4 %)



Angiv i hvilke blade A–K i ovenstående ubalancerede binære søgetræ elementerne 18, 7, 4, 24 and 9 skal indsættes (det antages at før hver indsættelse indeholder træet kun ovenstående ti elementer).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
INSERT(18)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	30.1
INSERT(7)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	30.2
INSERT(4)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	30.3
INSERT(24)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	30.4
INSERT(9)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	30.5

Max-Heap-Insert

Opgave 31 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 3, 11, 13, 14, 1, 8 og 5 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

1	2	3	4	5	6	7	
14	13	11	3	1	8	5	☐ A
1	2	3	4	5	6	7	
14	11	13	3	1	8	5	☐ B
1	2	3	4	5	6	7	
3	11	13	14	1	8	5	☐ C
1	2	3	4	5	6	7	
14	13	11	8	5	3	1	☐ D
1	2	3	4	5	6	7	
13	14	8	11	1	3	5	☐ E

Opgave 32 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 2, 7, 4, 9, 8, 11 og 3 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 11 | 8 | 9 | 2 | 7 | 4 | 3 |
- [A]
- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 11 | 9 | 8 | 7 | 4 | 3 | 2 |
- [B]
- | | | | | | | |
|---|---|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 7 | 9 | 11 | 2 | 8 | 4 | 3 |
- [C]
- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 11 | 9 | 4 | 7 | 8 | 2 | 3 |
- [D]
- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 7 | 4 | 9 | 8 | 11 | 3 |
- [E]

Opgave 33 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 10, 2, 1, 13, 12, 14 og 6 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 13 | 10 | 2 | 12 | 1 | 6 |
- [A]
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 13 | 2 | 10 | 1 | 6 |
- [B]
- | | | | | | | |
|----|----|----|----|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 13 | 12 | 10 | 6 | 2 | 1 |
- [C]
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 13 | 14 | 2 | 12 | 1 | 6 |
- [D]
- | | | | | | | |
|----|---|---|----|----|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 2 | 1 | 13 | 12 | 14 | 6 |
- [E]

Opgave 34 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 10, 12, 1, 14, 6, 11 og 13 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|----|---|----|---|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 12 | 1 | 14 | 6 | 11 | 13 |
- [A]
- | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 6 | 1 |
- [B]
- | | | | | | | |
|----|----|----|----|---|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12 | 14 | 13 | 10 | 6 | 11 | 1 |
- [C]
- | | | | | | | |
|----|----|----|----|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 13 | 10 | 6 | 1 | 11 |
- [D]
- | | | | | | | |
|----|----|----|----|---|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 13 | 10 | 6 | 11 | 1 |
- [E]

Opgave 35 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 4, 10, 1, 2, 5, 12 og 3 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|----|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12 | 10 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
- ☐ A
- | | | | | | | |
|----|----|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12 | 10 | 4 | 2 | 5 | 1 | 3 |
- ☐ B
- | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12 | 5 | 10 | 2 | 4 | 1 | 3 |
- ☐ C
- | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 5 | 12 | 2 | 4 | 1 | 3 |
- ☐ D
- | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 10 | 1 | 2 | 5 | 12 | 3 |
- ☐ E

Opgave 36 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 6, 3, 9, 11, 12, 8 og 14 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|---|---|---|----|----|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6 | 3 | 9 | 11 | 12 | 8 | 14 |
- ☐ A
- | | | | | | | |
|---|----|----|----|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 9 | 12 | 14 | 11 | 3 | 8 | 6 |
- ☐ B
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 11 | 9 | 8 | 6 | 3 |
- ☐ C
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 11 | 12 | 3 | 9 | 6 | 8 |
- ☐ D
- | | | | | | | |
|----|----|---|----|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 9 | 11 | 3 | 8 | 6 |
- ☐ E

Opgave 37 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 3, 12, 4, 10, 11, 2 og 14 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|----|---|----|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 4 | 10 | 11 | 2 | 3 |
- ☐ A
- | | | | | | | |
|---|----|---|----|----|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | 12 | 4 | 10 | 11 | 2 | 14 |
- ☐ B
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 11 | 12 | 3 | 10 | 2 | 4 |
- ☐ C
- | | | | | | | |
|----|----|----|----|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12 | 11 | 14 | 10 | 3 | 2 | 4 |
- ☐ D
- | | | | | | | |
|----|----|----|----|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 11 | 10 | 4 | 3 | 2 |
- ☐ E

Opgave 38 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 6, 8, 10, 14, 7, 1 og 12 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 8 | 12 | 6 | 7 | 1 | 10 |
- A
-
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 12 | 10 | 8 | 7 | 6 | 1 |
- B
-
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 14 | 12 | 8 | 7 | 1 | 6 |
- C
-
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 10 | 12 | 6 | 7 | 1 | 8 |
- D
-
- | | | | | | | |
|---|---|----|----|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6 | 8 | 10 | 14 | 7 | 1 | 12 |
- E

Opgave 39 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 2, 8, 1, 5, 10, 9 og 6 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 8 | 9 | 2 | 5 | 1 | 6 |
- A
-
- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 8 | 9 | 5 | 2 | 1 | 6 |
- B
-
- | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 10 | 9 | 5 | 2 | 1 | 6 |
- C
-
- | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 8 | 1 | 5 | 10 | 9 | 6 |
- D
-
- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 9 | 8 | 6 | 5 | 2 | 1 |
- E

Opgave 40 (4 %)

Angiv den binære max-heap efter indsættelse af elementerne 10, 5, 6, 9, 8, 11 og 14 i den givne rækkefølge med MAX-HEAP-INSERT, startende med den tomme heap.

- | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 9 | 14 | 5 | 8 | 11 | 6 |
- A
-
- | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 9 | 11 | 5 | 8 | 6 | 10 |
- B
-
- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10 | 5 | 6 | 9 | 8 | 11 | 14 |
- C
-
- | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|----|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 9 | 11 | 5 | 8 | 10 | 6 |
- D
-
- | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14 | 11 | 10 | 9 | 8 | 6 | 5 |
- E

Build-Max-Heap

Opgave 41 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	5	6	1	7	9	4	8	3

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	6	5	7	2	4	1	3

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	7	9	8	5	2	4	1	3

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	2	5	4	1	3

E

Opgave 42 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	3	1	8	2	7	9	5	6

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	2	4	1	5	3

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	8	9	6	2	7	1	5	3

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	6	8	5	2	1	7	3	4

E

Opgave 43 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	6	9	2	7	3	1	8	4

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	7	5	8	6	3	1	2	4

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	5	6	7	3	1	2	4

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	6	7	5	3	1	2	4

E

Opgave 44 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	3	6	5	7	2	1	8	4

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	6	7	5	2	1	3	4

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	6	5	7	2	1	3	4

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	7	6	8	3	2	1	5	4

E

Opgave 45 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	7	5	8	1	9	2	6	4

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	8	9	6	1	5	2	3	4

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	7	8	6	1	5	2	3	4

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	5	7	1	3	2	6	4

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

E

Opgave 46 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1	7	6	5	2	9	3	4

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	6	9	4	5	2	7	3	1

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	6	8	4	5	2	7	1	3

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	6	8	4	5	2	7	3	1

E

Opgave 47 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	7	6	8	9	2	3	5

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	7	8	5	6	4	2	1	3

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	4	1	2	3	5

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	8	9	6	4	1	2	3	5

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

E

Opgave 48 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	5	6	7	3	9	8	4

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	2	3	1	4

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	7	9	8	1	3	2	6	4

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	5	6	7	3	2	1	4

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

E

Opgave 49 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	3	5	8	6	9	1	4	2

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	8	9	4	6	5	1	3	2

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	4	6	5	1	3	2

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	7	8	4	6	5	1	3	2

E

Opgave 50 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	8	4	3	6	1	2	5	9

Hvad er resultatet af at anvende BUILD-MAX-HEAP på ovenstående array?

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	4	7	6	1	2	3	5

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	7	4	9	6	1	2	5	3

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	4	7	6	1	2	5	3

D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

E

Heap-Extract-Max

Opgave 51 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	24	19	18	23	10	16	14	6	1	7	4	8

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 23 | 19 | 18 | 8 | 10 | 16 | 14 | 6 | 1 | 7 | 4 | ☐ A |
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----|
| 24 | 23 | 19 | 18 | 7 | 10 | 16 | 14 | 6 | 1 | | 4 | 8 |
- ☐
- B
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 23 | 19 | 18 | 7 | 10 | 16 | 14 | 6 | 1 | 8 | 4 | ☐ C |
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 23 | 19 | 18 | 7 | 10 | 16 | 14 | 6 | 1 | 4 | 8 | ☐ D |
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 23 | 18 | 19 | 10 | 16 | 14 | 6 | 1 | 7 | 4 | 8 | ☐ E |

Opgave 52 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	24	23	8	16	18	9	4	3	7	10	13	15

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 16 | 23 | 8 | 10 | 18 | 9 | 4 | 3 | 7 | 15 | 13 | ☐ A |
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 23 | 15 | 16 | 18 | 9 | 4 | 3 | 7 | 10 | 13 | 8 | ☐ B |
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 16 | 23 | 8 | 10 | 18 | 9 | 4 | 3 | 7 | 13 | 15 | ☐ C |
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|----|
| 24 | 16 | 23 | 8 | 10 | 18 | 9 | 4 | 3 | 7 | | 13 | 15 |
- ☐
- D
- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|----------------------------|
| 24 | 16 | 23 | 8 | 15 | 18 | 9 | 4 | 3 | 7 | 10 | 13 | ☐ E |

Opgave 53 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	24	22	19	17	13	20	7	6	11	5	9	8

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 19 | 22 | 7 | 17 | 13 | 20 | 8 | 6 | 11 | 5 | 9 |

A
- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 24 | 19 | 22 | 7 | 17 | 13 | 20 | | 6 | 11 | 5 | 9 | 8 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 19 | 22 | 8 | 17 | 13 | 20 | 7 | 6 | 11 | 5 | 9 |

C
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 22 | 20 | 17 | 13 | 19 | 7 | 6 | 11 | 5 | 9 | 8 |

D
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 19 | 22 | 7 | 17 | 13 | 20 | 6 | 11 | 5 | 9 | 8 |

E

Opgave 54 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	18	16	13	12	15	8	5	4	7	1	14	6

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 13 | 16 | 5 | 12 | 15 | 8 | 6 | 4 | 7 | 1 | 14 |

A
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 13 | 16 | 5 | 12 | 15 | 8 | 4 | 7 | 1 | 14 | 6 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 13 | 16 | 6 | 12 | 15 | 8 | 5 | 4 | 7 | 1 | 14 |

C
- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 13 | 16 | 5 | 12 | 15 | 8 | | 4 | 7 | 1 | 14 | 6 |

D
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|---|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 16 | 13 | 12 | 15 | 8 | 5 | 4 | 7 | 1 | 14 | 6 |

E

Opgave 55 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	24	22	21	19	20	5	1	16	14	11	3	18

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 22 | 21 | 19 | 20 | 18 | 1 | 16 | 14 | 11 | 3 | 5 |

A
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 21 | 22 | 16 | 19 | 20 | 5 | 1 | 14 | 11 | 3 | 18 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 21 | 22 | 18 | 19 | 20 | 5 | 1 | 16 | 14 | 11 | 3 |

C
- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 24 | 21 | 22 | 16 | 19 | 20 | 5 | 1 | | 14 | 11 | 3 | 18 |

D
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 21 | 22 | 16 | 19 | 20 | 5 | 1 | 18 | 14 | 11 | 3 |

E

Opgave 56 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	24	18	22	19	13	4	7	9	17	12	6	10

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 22 | 18 | 9 | 19 | 13 | 4 | 7 | 17 | 12 | 6 | 10 |

A
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 22 | 18 | 10 | 19 | 13 | 4 | 7 | 9 | 17 | 12 | 6 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 19 | 22 | 18 | 13 | 10 | 7 | 9 | 17 | 12 | 6 | 4 |

C
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 22 | 18 | 9 | 19 | 13 | 4 | 7 | 10 | 17 | 12 | 6 |

D
- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|---|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 24 | 22 | 18 | 9 | 19 | 13 | 4 | 7 | | 17 | 12 | 6 | 10 |

E

Opgave 57 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	24	21	18	14	19	11	8	4	9	6	2	13

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 21 | 18 | 14 | 19 | 13 | 8 | 4 | 9 | 6 | 2 | 11 |

A
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 18 | 21 | 13 | 14 | 19 | 11 | 8 | 4 | 9 | 6 | 2 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 18 | 21 | 8 | 14 | 19 | 11 | 4 | 9 | 6 | 2 | 13 |

C
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 18 | 21 | 8 | 14 | 19 | 11 | 13 | 4 | 9 | 6 | 2 |

D
- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 24 | 18 | 21 | 8 | 14 | 19 | 11 | | 4 | 9 | 6 | 2 | 13 |

E

Opgave 58 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
23	22	18	21	15	16	13	6	9	11	14	5	12

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 22 | 21 | 18 | 9 | 15 | 16 | 13 | 6 | | 11 | 14 | 5 | 12 |

A
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 22 | 21 | 18 | 9 | 15 | 16 | 13 | 6 | 12 | 11 | 14 | 5 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 22 | 18 | 21 | 15 | 16 | 13 | 6 | 9 | 11 | 14 | 5 | 12 |

C
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 22 | 21 | 18 | 9 | 15 | 16 | 13 | 6 | 11 | 14 | 5 | 12 |

D
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 22 | 21 | 18 | 12 | 15 | 16 | 13 | 6 | 9 | 11 | 14 | 5 |

E

Opgave 59 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
26	25	22	19	10	13	20	8	7	5	1	6	9

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 25 | 19 | 22 | 8 | 10 | 13 | 20 | 9 | 7 | 5 | 1 | 6 |

A
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 25 | 19 | 22 | 9 | 10 | 13 | 20 | 8 | 7 | 5 | 1 | 6 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 25 | 22 | 20 | 10 | 13 | 19 | 8 | 7 | 5 | 1 | 6 | 9 |

C
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 25 | 19 | 22 | 8 | 10 | 13 | 20 | 7 | 5 | 1 | 6 | 9 |

D
- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 25 | 19 | 22 | 8 | 10 | 13 | 20 | | 7 | 5 | 1 | 6 | 9 |

E

Opgave 60 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
26	24	22	13	23	19	8	11	12	2	10	4	15

Hvad er resultatet af at anvende HEAP-EXTRACT-MAX på ovenstående max-heap?

- | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 24 | 23 | 22 | 13 | 10 | 19 | 8 | 11 | 12 | 2 | | 4 | 15 |

A
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 23 | 22 | 13 | 10 | 19 | 8 | 11 | 12 | 2 | 4 | 15 |

B
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 23 | 15 | 22 | 19 | 13 | 11 | 12 | 2 | 10 | 4 | 8 |

C
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 23 | 22 | 13 | 15 | 19 | 8 | 11 | 12 | 2 | 10 | 4 |

D
- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 24 | 23 | 22 | 13 | 10 | 19 | 8 | 11 | 12 | 2 | 15 | 4 |

E

Partition

Opgave 61 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	17	1	25	3	13	22	24	9	7	29	30	10	23	12

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 3, 14)$ på ovenstående array A .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	17	1	3	7	9	10	13	22	23	24	25	29	30	12

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	17	1	3	13	22	9	7	10	23	29	30	25	24	12

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	17	1	3	13	22	9	7	10	23	25	24	29	30	12

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	7	9	10	12	13	14	17	22	23	24	25	29	30

D

Opgave 62 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	21	26	23	28	18	22	19	8	4	20	6	24	12	3

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 2, 12)$ på ovenstående array A .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	4	6	23	28	18	22	19	8	21	20	26	24	12	3

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	4	6	8	12	15	18	19	20	21	22	23	24	26	28

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	4	6	8	18	19	20	21	22	23	26	28	24	12	3

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	4	6	21	26	23	28	18	22	19	8	20	24	12	3

D

Opgave 63 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	17	8	23	29	2	18	26	22	20	25	11	1	9	28

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 3, 13)$ på ovenstående array A .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	8	9	11	17	18	20	21	22	23	25	26	28	29

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	17	1	8	23	29	2	18	26	22	20	25	11	9	28

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	17	1	2	8	11	18	20	22	23	25	26	29	9	28

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	17	1	23	29	2	18	26	22	20	25	11	8	9	28

D

Opgave 64 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	13	3	15	4	27	30	21	22	1	20	8	12	11	25

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 4, 12)$ på ovenstående array A .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	13	3	4	1	8	30	21	22	15	20	27	12	11	25

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	13	3	1	4	8	15	20	21	22	27	30	12	11	25

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	13	3	4	1	8	15	27	30	21	22	20	12	11	25

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	4	8	11	12	13	15	17	20	21	22	25	27	30

D

Opgave 65 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	24	30	25	27	3	17	29	4	15	23	2	6	5	10

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 4, 12)$ på ovenstående array A .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	24	30	2	3	4	15	17	23	25	27	29	6	5	10

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	24	30	2	27	3	17	29	4	15	23	25	6	5	10

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	3	4	5	6	10	15	17	21	23	24	25	27	29	30

C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	24	30	2	25	27	3	17	29	4	15	23	6	5	10

D

Opgave 66 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30	12	26	1	5	19	8	28	29	9	22	18	2	27	21

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 4, 13)$ på ovenstående array A .

- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 30 | 12 | 26 | 1 | 2 | 19 | 8 | 28 | 29 | 9 | 22 | 18 | 5 | 27 | 21 |

☐ A
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 30 | 12 | 26 | 1 | 2 | 5 | 8 | 9 | 18 | 19 | 22 | 28 | 29 | 27 | 21 |

☐ B
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 30 | 12 | 26 | 1 | 2 | 5 | 19 | 8 | 28 | 29 | 9 | 22 | 18 | 27 | 21 |

☐ C
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 2 | 5 | 8 | 9 | 12 | 18 | 19 | 21 | 22 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

☐ D

Opgave 67 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12	26	15	10	27	25	19	6	8	3	16	23	4	1	22

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 3, 14)$ på ovenstående array A .

- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 12 | 26 | 1 | 10 | 27 | 25 | 19 | 6 | 8 | 3 | 16 | 23 | 4 | 15 | 22 |

☐ A
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 16 | 19 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 |

☐ B
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 12 | 26 | 1 | 15 | 10 | 27 | 25 | 19 | 6 | 8 | 3 | 16 | 23 | 4 | 22 |

☐ C
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 12 | 26 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 16 | 19 | 23 | 25 | 27 | 22 |

☐ D

Opgave 68 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	24	1	11	23	6	18	21	22	10	3	2	25	13	12

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 4, 14)$ på ovenstående array A .

- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---|----|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 19 | 24 | 1 | 11 | 6 | 10 | 3 | 2 | 13 | 23 | 18 | 21 | 22 | 25 | 12 |

☐ A
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 19 | 24 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 11 | 13 | 18 | 21 | 22 | 23 | 25 | 12 |

☐ B
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 11 | 12 | 13 | 18 | 19 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

☐ C
- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---|----|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 19 | 24 | 1 | 11 | 6 | 10 | 3 | 2 | 13 | 23 | 18 | 21 | 25 | 22 | 12 |

☐ D

Opgave 69 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	27	11	15	21	23	10	12	1	5	16	19	13	18	28

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 2, 13)$ på ovenstående array A .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	11	10	12	1	5	13	15	21	23	16	19	27	18	28

☐ A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	11	10	12	1	5	13	27	15	21	23	16	19	18	28

☐ B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	7	10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	27	28

☐ C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	1	5	10	11	12	13	15	16	19	21	23	27	18	28

☐ D

Opgave 70 (4 %)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	5	19	13	28	22	15	29	30	17	2	18	12	14	10

Angiv resultatet af at anvende $\text{PARTITION}(A, 3, 14)$ på ovenstående array A .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	5	2	12	13	14	15	17	18	19	22	28	29	30	10

☐ A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	5	10	11	12	13	14	15	17	18	19	22	28	29	30

☐ B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	5	13	2	12	14	19	28	22	15	29	30	17	18	10

☐ C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	5	13	2	12	14	15	29	30	17	19	18	28	22	10

☐ D

Radix-sort

Opgave 71 (4 %)

2143 2102 0424 3324 1143 1224

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- 2102 0424 3324 1224 2143 1143 ☐ A
- 2102 2143 1143 0424 3324 1224 ☐ B
- 0424 1143 1224 2102 2143 3324 ☐ C
- 0424 1143 1224 2143 2102 3324 ☐ D
- 2102 0424 1224 3324 1143 2143 ☐ E

Opgave 72 (4 %)

4010 3330 4410 1013 1430 1010

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- 1010 1013 1430 3330 4010 4410 ☐ A
- 4010 4410 1010 1013 3330 1430 ☐ B
- 4010 4410 1010 3330 1430 1013 ☐ C
- 1013 1010 1430 3330 4010 4410 ☐ D
- 1010 4010 4410 1013 1430 3330 ☐ E

Opgave 73 (4 %)

2124 3404 2024 4324 1013 2013

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- 1013 2013 3404 2124 2024 4324 ☐ A
- 1013 2024 2013 2124 3404 4324 ☐ B
- 1013 2013 2024 2124 3404 4324 ☐ C
- 3404 1013 2013 2024 2124 4324 ☐ D
- 3404 1013 2013 2124 2024 4324 ☐ E

Opgave 74 (4 %)

1143 4432 0234 1134 1432 4034

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- 4432 1432 0234 1134 4034 1143 ☐ A
- 0234 1143 1134 1432 4034 4432 ☐ B
- 0234 1134 1143 1432 4034 4432 ☐ C
- 1432 4432 0234 1134 4034 1143 ☐ D
- 4432 1432 1143 0234 1134 4034 ☐ E

Opgave 75 (4 %)

2042 0041 4041 2241 4112 2212

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- 4112 2212 0041 4041 2241 2042 ☐ A
- 0041 2042 2241 2212 4041 4112 ☐ B
- 0041 2042 2212 2241 4041 4112 ☐ C
- 0041 4041 2241 4112 2212 2042 ☐ D
- 2212 4112 0041 2241 4041 2042 ☐ E

Opgave 76 (4 %)

4040 2123 0430 0330 0423 4123

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- 0430 0330 4040 2123 0423 4123 ☐ A
- 0330 0423 0430 2123 4040 4123 ☐ B
- 0330 0430 0423 2123 4040 4123 ☐ C
- 0423 2123 4123 0330 0430 4040 ☐ D
- 2123 0423 4123 0430 0330 4040 ☐ E

Opgave 77 (4 %)

3331 4143 2031 0031 4012 2012

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| 4012 | 2012 | 3331 | 2031 | 0031 | 4143 | ☐ A |
| 0031 | 2031 | 2012 | 3331 | 4012 | 4143 | ☐ B |
| 0031 | 2012 | 2031 | 3331 | 4012 | 4143 | ☐ C |
| 2012 | 4012 | 0031 | 2031 | 3331 | 4143 | ☐ D |
| 3331 | 2031 | 0031 | 4012 | 2012 | 4143 | ☐ E |

Opgave 78 (4 %)

0321 4000 2121 2302 2300 1102

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| 4000 | 2300 | 0321 | 2121 | 2302 | 1102 | ☐ A |
| 4000 | 2300 | 2302 | 1102 | 0321 | 2121 | ☐ B |
| 2300 | 4000 | 1102 | 2302 | 0321 | 2121 | ☐ C |
| 0321 | 1102 | 2121 | 2300 | 2302 | 4000 | ☐ D |
| 0321 | 1102 | 2121 | 2302 | 2300 | 4000 | ☐ E |

Opgave 79 (4 %)

4033 4313 2433 3120 4333 4320

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4$, $k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|----------------------------|
| 4313 | 3120 | 4320 | 4033 | 2433 | 4333 | ☐ A |
| 4313 | 3120 | 4320 | 2433 | 4033 | 4333 | ☐ B |
| 2433 | 3120 | 4033 | 4313 | 4333 | 4320 | ☐ C |
| 3120 | 4320 | 4313 | 4033 | 2433 | 4333 | ☐ D |
| 2433 | 3120 | 4033 | 4313 | 4320 | 4333 | ☐ E |

Opgave 80 (4 %)

3241 2123 1023 0023 3233 0433

Betragt RADIX-SORT anvendt på ovenstående liste af tal ($d = 4, k = 5$). Angiv den delvist sorterede liste efter at RADIX-SORT har sorteret tallene efter de *to* mindstbetydende cifre.

- 0023 0433 1023 2123 3241 3233 ☐A
- 2123 1023 0023 3233 0433 3241 ☐B
- 3241 2123 1023 0023 3233 0433 ☐C
- 0023 0433 1023 2123 3233 3241 ☐D
- 0023 1023 2123 0433 3233 3241 ☐E

Lineær probing

Opgave 81 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11				5	16				3	14

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 3k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 2, 7, 8 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 3, 5, 11, 14 og 16).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	☐ J	☐ K	81.1
INSERT(2)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	☐ J	☐ K	81.2
INSERT(7)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	☐ J	☐ K	81.3
INSERT(8)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	☐ J	☐ K	81.4
INSERT(10)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	☐ J	☐ K	81.5

Opgave 82 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	6							15	4	21

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 2k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 1, 2, 3, 5 og 11 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 4, 6, 15, 21 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	82.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	82.2
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	82.3
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	82.4
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	82.5

Opgave 83 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	0							6	17	15

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 5k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 1, 3, 4, 9 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 6, 15, 17 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	83.1
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	83.2
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	83.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	83.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	83.5

Opgave 84 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	22	20							4	13

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 5k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 2, 3, 5 og 6 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 4, 11, 13, 20 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	84.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	84.2
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	84.3
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	84.4
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	84.5

Opgave 85 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1				3	14		21	5

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 2k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 4, 6, 9 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 1, 3, 5, 14 og 21).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	85.1
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	85.2
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	85.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	85.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	85.5

Opgave 86 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	0					21			4	15

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 5k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 3, 5, 7 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 4, 11, 15 og 21).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	86.1
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	86.2
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	86.3
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	86.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	86.5

Opgave 87 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0				2		14	3			16

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 2k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 4, 5, 6, 10 og 11 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 2, 3, 14 og 16).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	87.1
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	87.2
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	87.3
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	87.4
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	87.5

Opgave 88 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22			7	18				15		16

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 2k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 2, 3, 5 og 6 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 7, 15, 16, 18 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	88.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	88.2
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	88.3
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	88.4
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	88.5

Opgave 89 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	20	0							15	2

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *lineær probing* med hashfunktionen $h(k) = 5k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 4, 6, 7, 8 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 2, 15, 20 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	89.1
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	89.2
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	89.3
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	89.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	89.5

Opgave 90 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1			19			15	4	16

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *linear probing* med hashfunktionen $h(k) = 2k \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 6, 7, 8 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 1, 4, 15, 16 og 19).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	90.1
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	90.2
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	90.3
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	90.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	90.5

Kvadratisk probing
Opgave 91 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	12			13			18	7

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 3k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 5i + 5i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 2, 3, 5 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 1, 7, 12, 13 og 18).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	91.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	91.2
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	91.3
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	91.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	91.5

Opgave 92 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22					0	18	10		5	

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 4k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 2i + 3i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 3, 7, 9 og 11 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 5, 10, 18 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	92.1
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	92.2
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	92.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	92.4
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	92.5

Opgave 93 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	6					10		15	17	

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 2k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 3i + 5i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 2, 4, 7 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 6, 10, 15, 17 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	93.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	93.2
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	93.3
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	93.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	93.5

Opgave 94 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	15	6			20		17			18

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 3k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 2i + 4i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 4, 7, 9 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 6, 15, 17, 18 og 20).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	94.1
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	94.2
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	94.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	94.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	94.5

Opgave 95 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0					12	10		17	11	

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 5k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 5i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 1, 3, 4, 5 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 10, 11, 12 og 17).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	95.1
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	95.2
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	95.3
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	95.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	95.5

Opgave 96 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22		11				3		4	21	

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 2k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + i + i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 1, 2, 5, 7 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 3, 4, 11, 21 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	96.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	96.2
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	96.3
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	96.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	96.5

Opgave 97 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	17					14	20		21	

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 2k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 3i + 2i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 4, 7, 9 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 3, 14, 17, 20 og 21).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	97.1
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	97.2
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	97.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	97.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	97.5

Opgave 98 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22		18					19	6	11	

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 5k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 5i + 2i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 1, 2, 3 og 8 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 6, 11, 18, 19 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	98.1
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	98.2
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	98.3
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	98.4
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	98.5

Opgave 99 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11			18	13			20	22		

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 2k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + 3i + 5i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 5, 6, 7 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 11, 13, 18, 20 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	99.1
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	99.2
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	99.3
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	99.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	99.5

Opgave 100 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	22			13	8			15		

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *kvadratisk probing* med hashfunktionerne $h'(k) = 2k \bmod 11$ og $h(k, i) = (h'(k) + i^2) \bmod 11$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 4, 6, 9 og 11 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 8, 13, 15 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	100.1
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	100.2
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	100.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	100.4
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	100.5

Dobbelt hashing

Opgave 101 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		19	12		14		6		3	

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 3k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (4k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 5, 8, 9 og 11 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 3, 6, 12, 14 og 19).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	101.1
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	101.2
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	101.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	101.4
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	101.5

Opgave 102 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		19	7		8		9	18		

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 2k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (3k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 1, 2, 4, 6 og 11 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 7, 8, 9, 18 og 19).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	102.1
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	102.2
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	102.3
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	102.4
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	102.5

Opgave 103 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	9			13			22			16

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 2k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (3k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 4, 5, 7 og 8 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 9, 11, 13, 16 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	103.1
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	103.2
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	103.3
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	103.4
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	103.5

Opgave 104 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10							21	19	16	8

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 4k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (2k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 1, 2, 3 og 4 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 8, 10, 16, 19 og 21).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	104.1
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	104.2
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	104.3
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	104.4
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	104.5

Opgave 105 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	0	6							5	19

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 4k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (3k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 2, 3, 4, 8 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 5, 6, 19 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	105.1
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	105.2
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	105.3
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	105.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	105.5

Opgave 106 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11				1	7	18		2		

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 4k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (2k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 3, 4, 5 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 1, 2, 7, 11 og 18).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	106.1
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	106.2
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	106.3
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	106.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	106.5

Opgave 107 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	14			1		7				3

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 4k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (3k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 4, 6, 8 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 1, 3, 7, 11 og 14).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	107.1
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	107.2
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	107.3
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	107.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	107.5

Opgave 108 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22			5		12		8			11

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 5k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (4k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 0, 1, 2, 6 og 9 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 5, 8, 11, 12 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(0)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	108.1
INSERT(1)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	108.2
INSERT(2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	108.3
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	108.4
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	108.5

Opgave 109 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22		1			12				21	10

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 2k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (3k \bmod 10)$.

Angiv positionerne de fem elementer 3, 4, 5, 6 og 11 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 1, 10, 12, 21 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	109.1
INSERT(4)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	109.2
INSERT(5)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	109.3
INSERT(6)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	109.4
INSERT(11)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	109.5

Opgave 110 (4 %)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0		1	18		22		12			

I ovenstående hashtabel af størrelse 11 er anvendt *dobbelt hashing* med hashfunktionerne $h_1(k) = 2k \bmod 11$ og $h_2(k) = 1 + (2k \bmod 10)$.

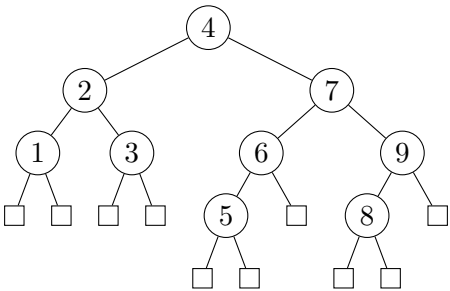
Angiv positionerne de fem elementer 3, 7, 8, 9 og 10 vil blive indsat på i hashtabellen (for hver af indsættelserne antager vi at hashtabellen kun indeholder elementerne 0, 1, 12, 18 og 22).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INSERT(3)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	110.1
INSERT(7)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	110.2
INSERT(8)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	110.3
INSERT(9)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	110.4
INSERT(10)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	110.5

Lovlige rød-sortede træer

Opgave 111 (4 %)

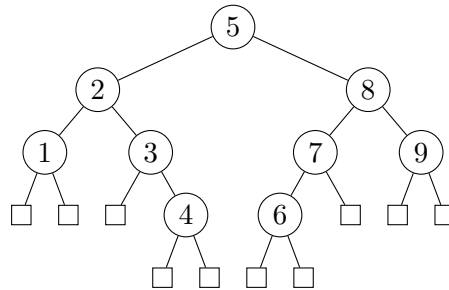
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
1, 3, 5, 7, 8	A	B	111.1
5, 8	A	B	111.2
4, 5, 8	A	B	111.3
2, 5, 6, 8, 9	A	B	111.4
2, 5, 7, 8	A	B	111.5

Opgave 112 (4 %)

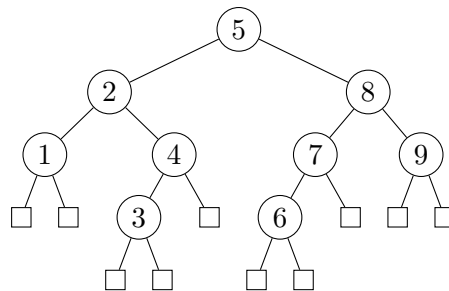
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
2, 4, 6, 7, 9	☐ A	☐ B	112.1
1, 3, 4, 6, 8	☐ A	☐ B	112.2
4, 5, 6	☐ A	☐ B	112.3
2, 4, 6, 8	☐ A	☐ B	112.4
4, 6	☐ A	☐ B	112.5

Opgave 113 (4 %)

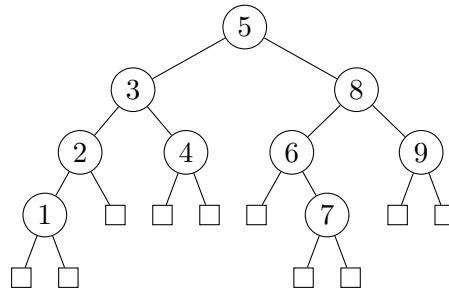
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
3, 5, 6	☐ A	☐ B	113.1
2, 3, 6, 7, 9	☐ A	☐ B	113.2
2, 3, 6, 8	☐ A	☐ B	113.3
1, 3, 4, 6, 8	☐ A	☐ B	113.4
3, 6	☐ A	☐ B	113.5

Opgave 114 (4 %)

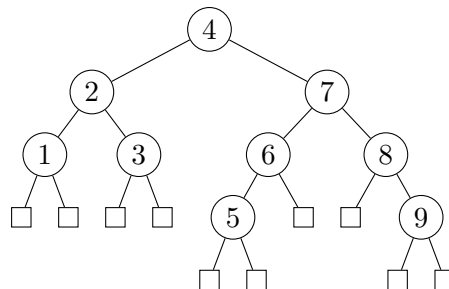
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
1, 7	☐ A	☐ B	114.1
1, 5, 7	☐ A	☐ B	114.2
1, 3, 7, 8	☐ A	☐ B	114.3
1, 2, 4, 7, 8	☐ A	☐ B	114.4
1, 3, 6, 7, 9	☐ A	☐ B	114.5

Opgave 115 (4 %)

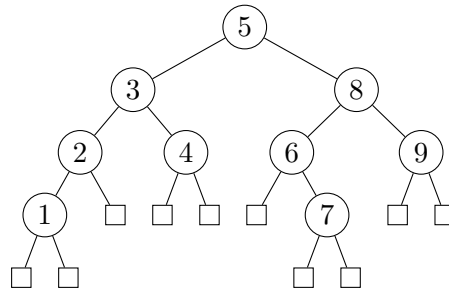
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
4, 5, 9	☐ A	☐ B	115.1
1, 3, 5, 6, 8, 9	☐ A	☐ B	115.2
1, 3, 5, 7, 9	☐ A	☐ B	115.3
5, 9	☐ A	☐ B	115.4
2, 5, 7, 9	☐ A	☐ B	115.5

Opgave 116 (4 %)

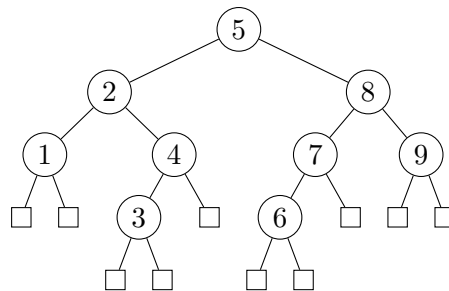
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
1, 5, 7	☐ A	☐ B	116.1
1, 3, 7, 8	☐ A	☐ B	116.2
1, 2, 4, 7, 8	☐ A	☐ B	116.3
1, 7	☐ A	☐ B	116.4
1, 3, 6, 7, 9	☐ A	☐ B	116.5

Opgave 117 (4 %)

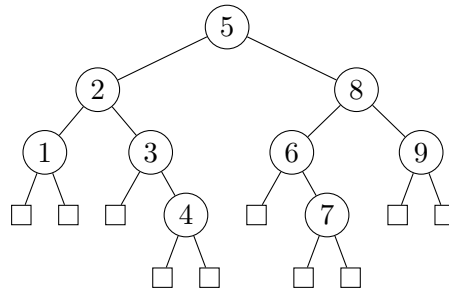
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
3, 6	☐ A	☐ B	117.1
1, 3, 4, 6, 8	☐ A	☐ B	117.2
3, 5, 6	☐ A	☐ B	117.3
2, 3, 6, 8	☐ A	☐ B	117.4
2, 3, 6, 7, 9	☐ A	☐ B	117.5

Opgave 118 (4 %)

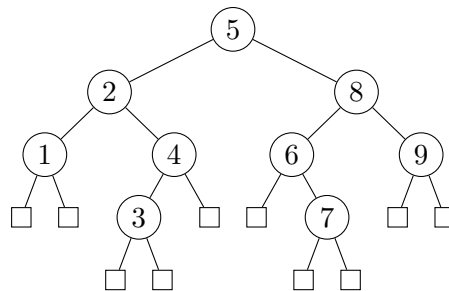
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
4, 7	☐ A	☐ B	118.1
1, 3, 4, 7, 8	☐ A	☐ B	118.2
2, 4, 7, 8	☐ A	☐ B	118.3
2, 4, 6, 7, 9	☐ A	☐ B	118.4
4, 5, 7	☐ A	☐ B	118.5

Opgave 119 (4 %)

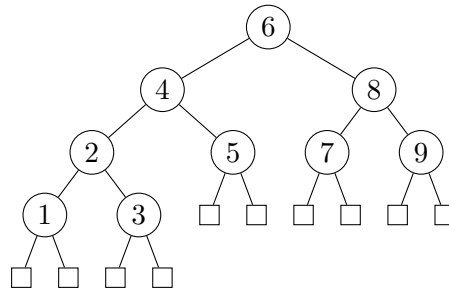
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



	Ja	Nej	
3, 7	☐ A	☐ B	119.1
1, 3, 4, 7, 8	☐ A	☐ B	119.2
3, 5, 7	☐ A	☐ B	119.3
2, 3, 7, 8	☐ A	☐ B	119.4
2, 3, 6, 7, 9	☐ A	☐ B	119.5

Opgave 120 (4 %)

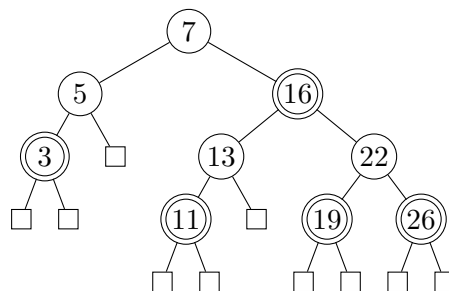
For hver af nedenstående delmængder, angiv om nedenstående binære træ er et lovligt rød-sort træ hvis disse knuder farves røde.



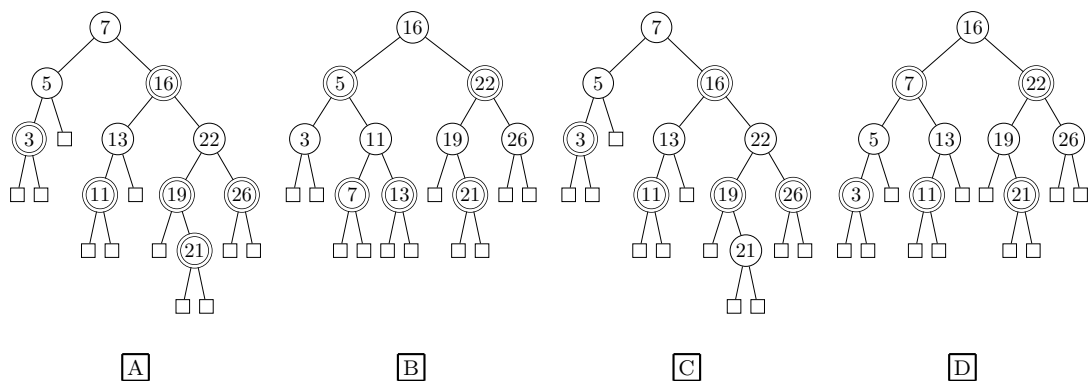
	Ja	Nej	
1, 3, 4, 7, 9	☐ A	☐ B	120.1
1, 3, 6	☐ A	☐ B	120.2
1, 2, 3, 5, 7, 9	☐ A	☐ B	120.3
1, 3, 4, 8	☐ A	☐ B	120.4
1, 3	☐ A	☐ B	120.5

Rød-sort træ indsættelse

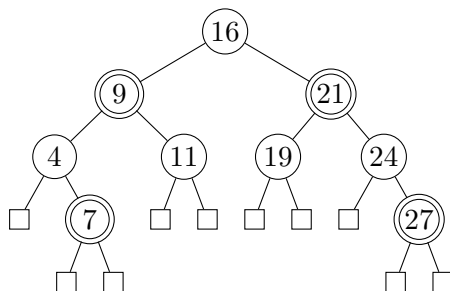
Opgave 121 (4 %)



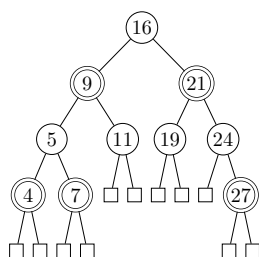
Angiv det resulterende rød-sort træ når man indsætter 21 i ovenstående rød-sort træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



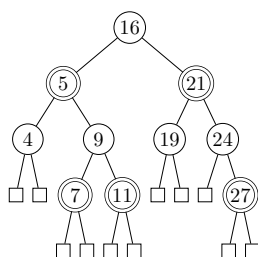
Opgave 122 (4 %)



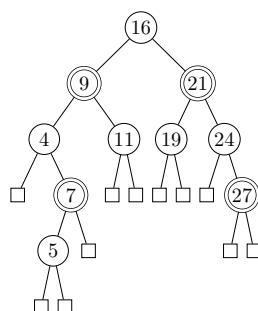
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 5 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



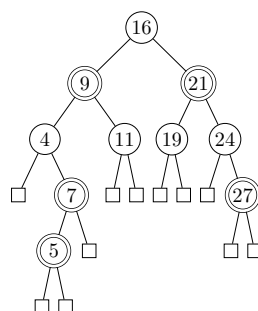
A



B

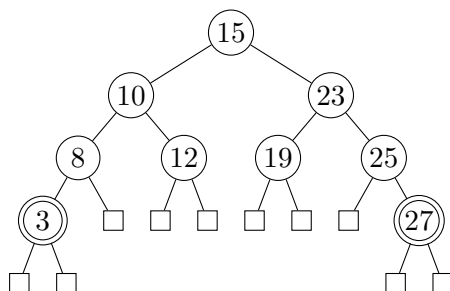


C

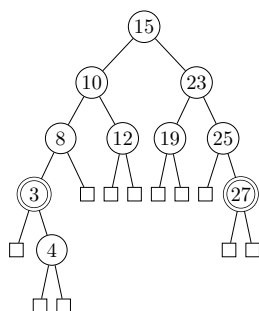


D

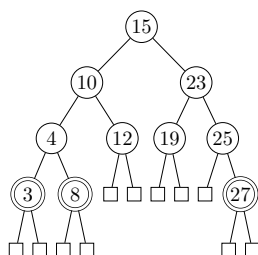
Opgave 123 (4 %)



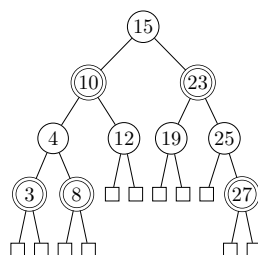
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 4 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



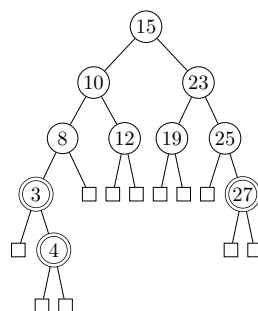
A



B

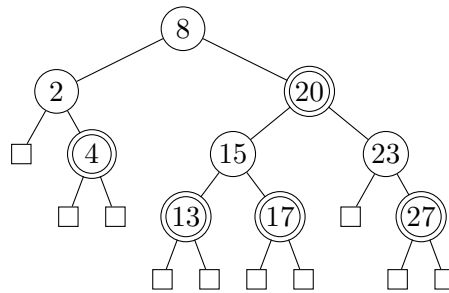


C

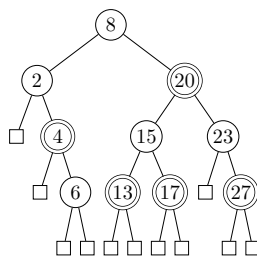


D

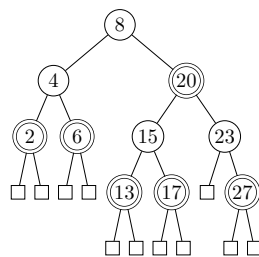
Opgave 124 (4 %)



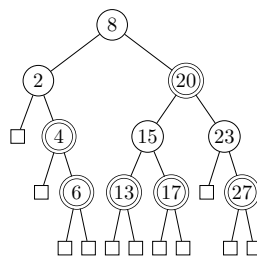
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 6 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



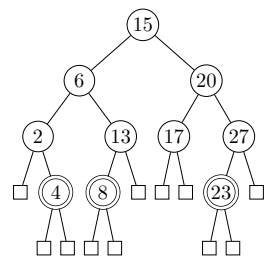
A



B

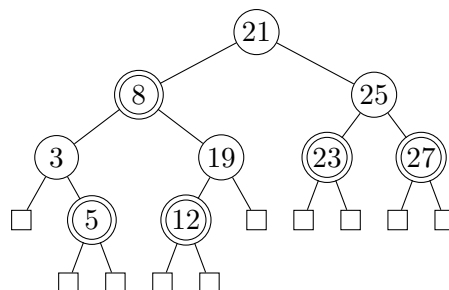


C

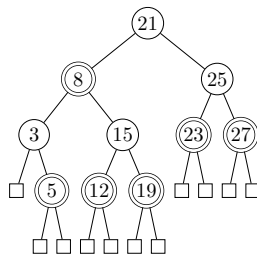


D

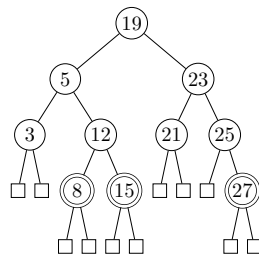
Opgave 125 (4 %)



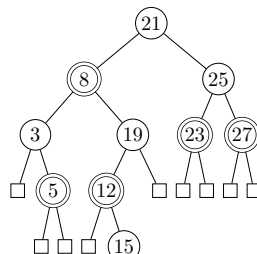
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 15 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



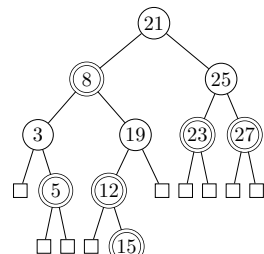
A



B

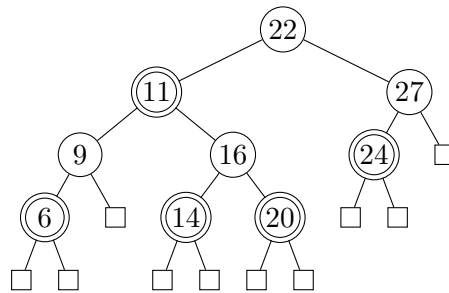


C

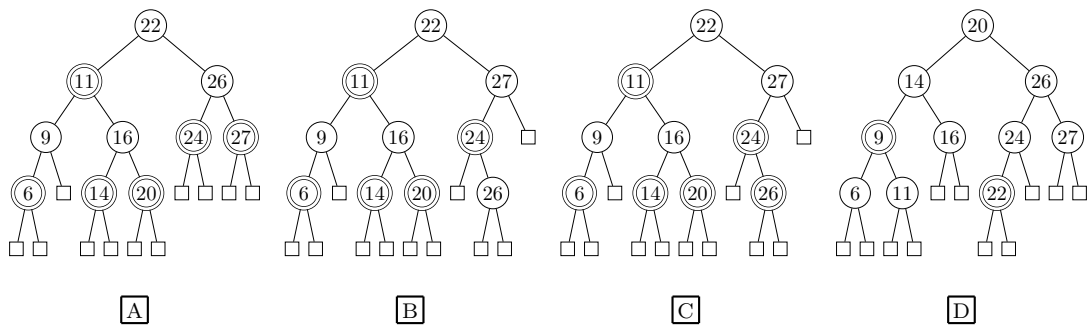


D

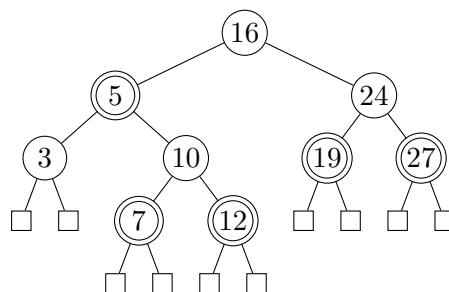
Opgave 126 (4 %)



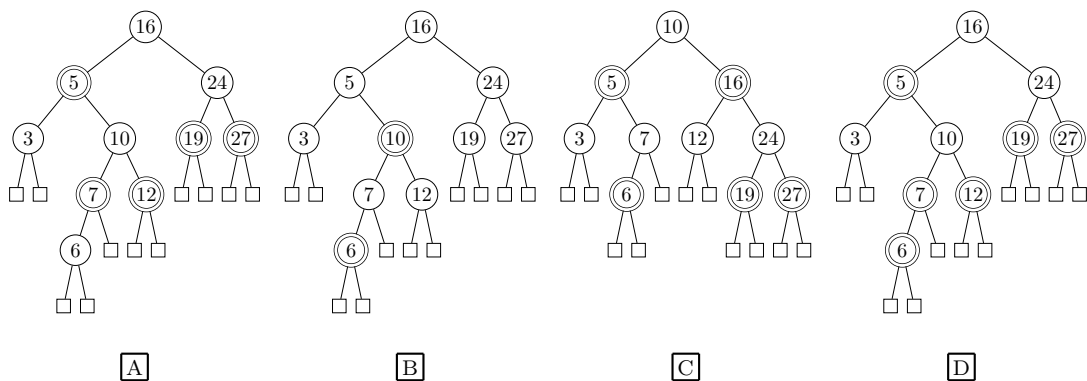
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 26 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



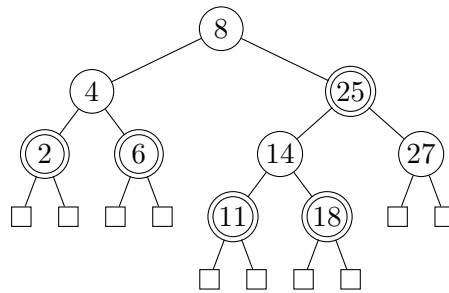
Opgave 127 (4 %)



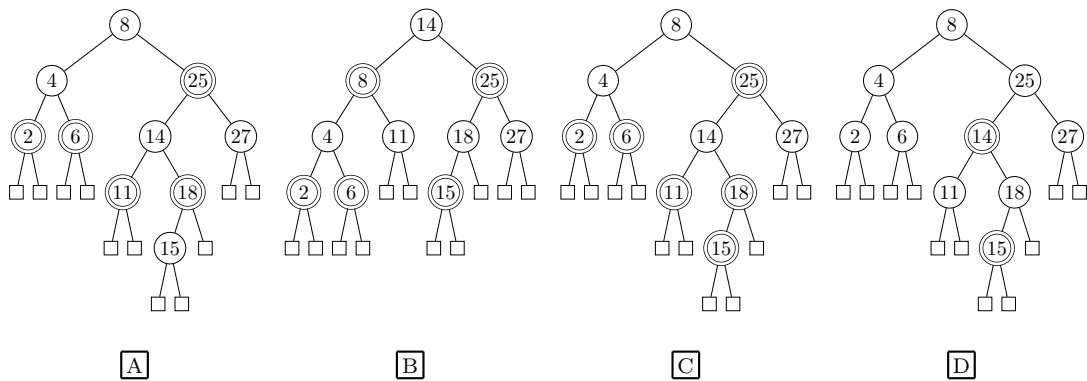
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 6 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



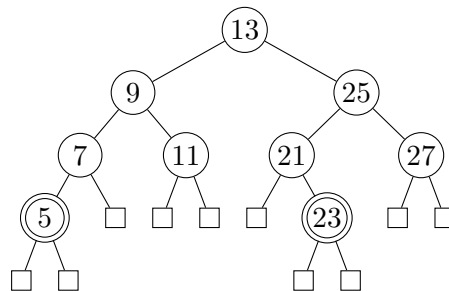
Opgave 128 (4 %)



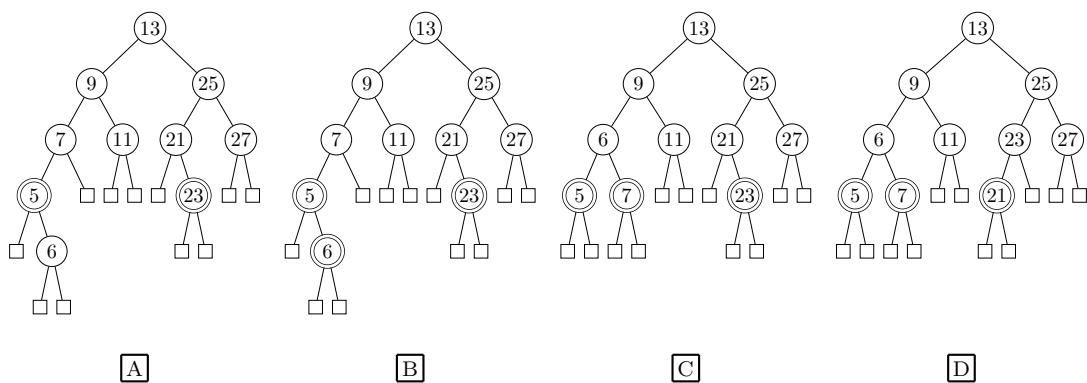
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 15 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



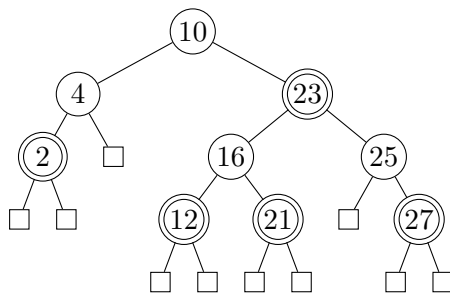
Opgave 129 (4 %)



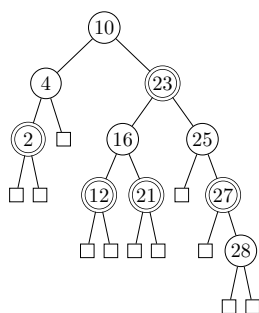
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 6 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



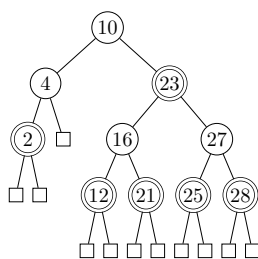
Opgave 130 (4 %)



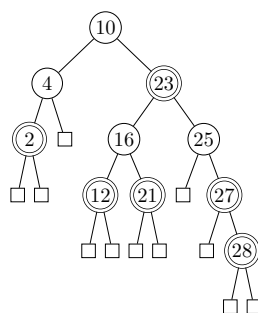
Angiv det resulterende rød-sortede træ når man indsætter 28 i ovenstående rød-sortede træ (dobbeltcirkler angiver røde knuder).



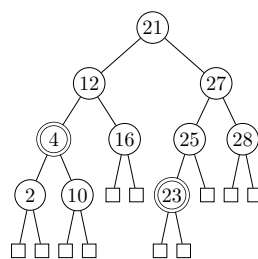
A



B



C



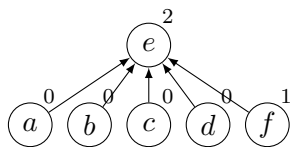
D

Union-find

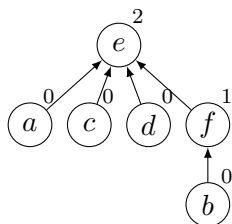
Opgave 131 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

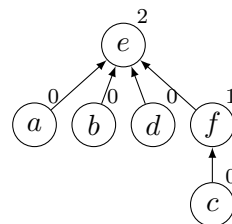
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(c, f)
 UNION(c, b)
 UNION(d, e)
 UNION(c, e)
 UNION(a, c)
 FIND-SET(b)



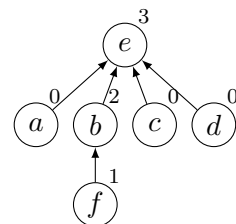
A



B



C

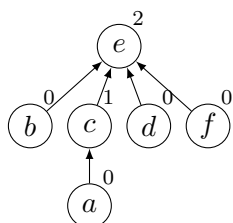


D

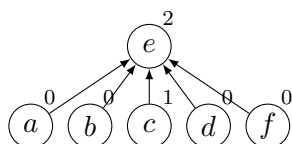
Opgave 132 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

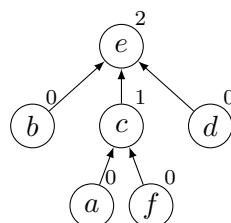
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(f, c)
 UNION(c, a)
 UNION(d, e)
 UNION(a, e)
 UNION(f, b)
 FIND-SET(b)



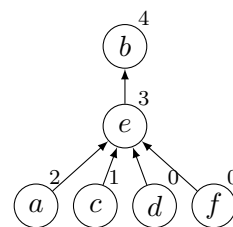
A



B



C

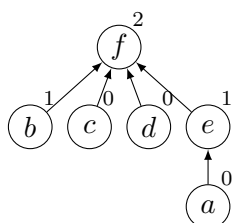


D

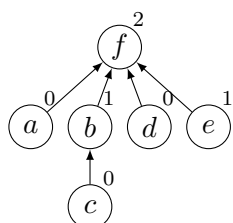
Opgave 133 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

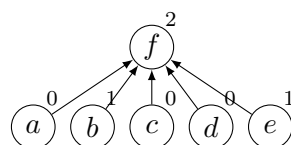
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(c, b)
 UNION(d, f)
 UNION(c, d)
 UNION(a, e)
 UNION(c, e)
 FIND-SET(a)



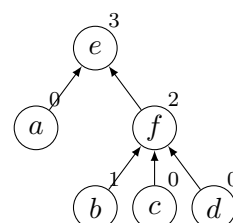
A



B



C

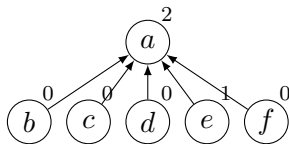


D

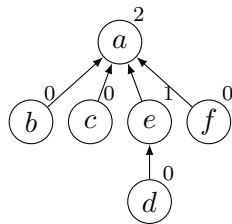
Opgave 134 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

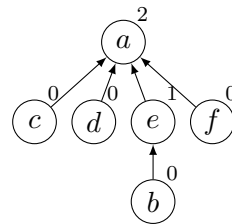
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(d, e)
 UNION(b, e)
 UNION(c, a)
 UNION(e, a)
 UNION(d, f)
 FIND-SET(b)



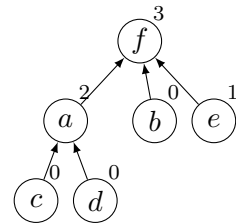
A



B



C

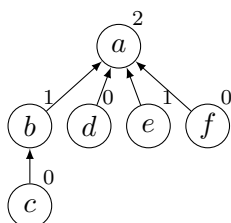


D

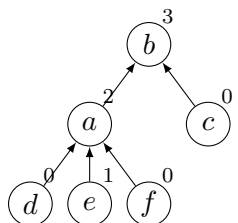
Opgave 135 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

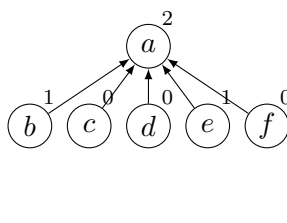
```
MAKESET(a)
MAKESET(b)
MAKESET(c)
MAKESET(d)
MAKESET(e)
MAKESET(f)
UNION(f, e)
UNION(d, a)
UNION(f, d)
UNION(c, b)
UNION(f, c)
FIND-SET(b)
```



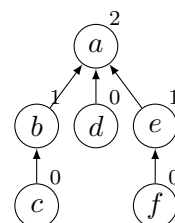
A



B



C

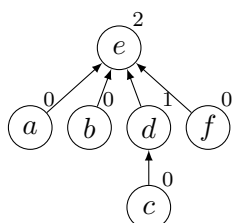


D

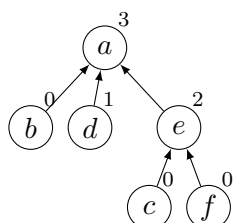
Opgave 136 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

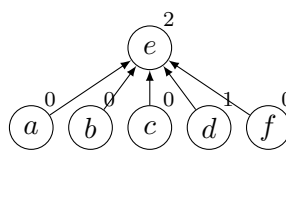
```
MAKESET(a)
MAKESET(b)
MAKESET(c)
MAKESET(d)
MAKESET(e)
MAKESET(f)
UNION(b, d)
UNION(c, b)
UNION(f, e)
UNION(c, f)
UNION(c, a)
FIND-SET(b)
```



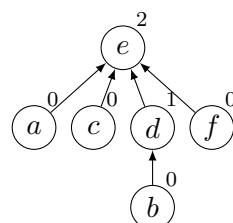
A



B



C

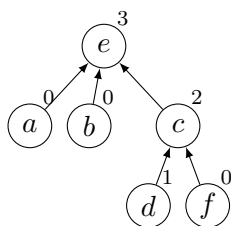


D

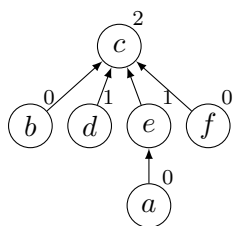
Opgave 137 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

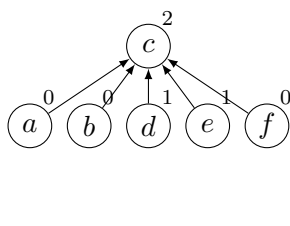
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(f, d)
 UNION(b, c)
 UNION(f, c)
 UNION(a, e)
 UNION(f, a)
 FIND-SET(b)



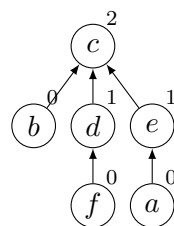
A



B



C

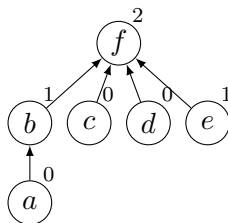


D

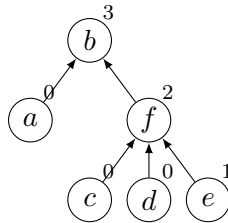
Opgave 138 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

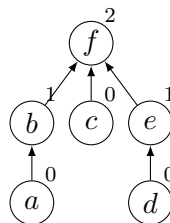
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(d, e)
 UNION(c, f)
 UNION(e, f)
 UNION(a, b)
 UNION(d, a)
 FIND-SET(b)



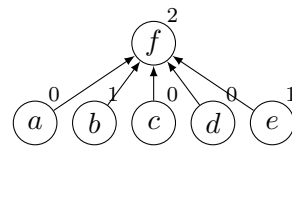
A



B



C

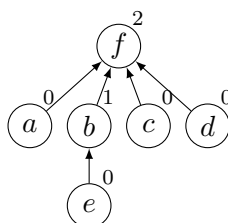


D

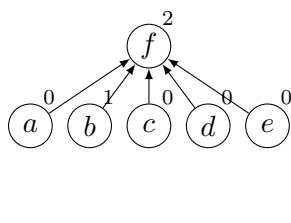
Opgave 139 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

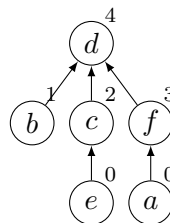
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(e, b)
 UNION(b, c)
 UNION(a, f)
 UNION(e, a)
 UNION(c, d)
 FIND-SET(b)



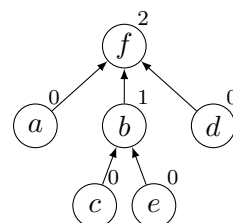
A



B



C

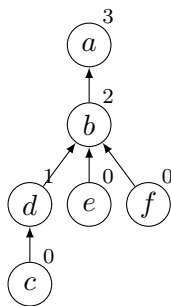


D

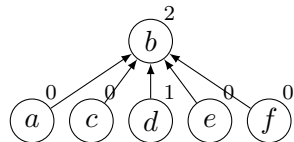
Opgave 140 (4 %)

Angiv den resulterende union-find struktur efter nedenstående sekvens af operationer, når der anvendes union-by-rank og stikomprimering.

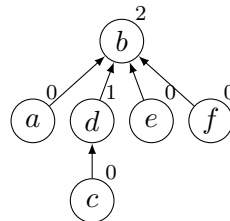
MAKESET(a)
 MAKESET(b)
 MAKESET(c)
 MAKESET(d)
 MAKESET(e)
 MAKESET(f)
 UNION(c, d)
 UNION(e, d)
 UNION(f, b)
 UNION(c, b)
 UNION(e, a)
 FIND-SET(b)



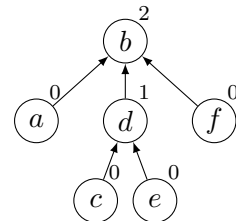
A



B



C



D

Huffman koder

Opgave 141 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	20	80	10	40	70	40	30

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **a**, **d** og **f**?

	1	2	3	4	5	6	
a	A	B	C	D	E	F	141.1
d	A	B	C	D	E	F	141.2
f	A	B	C	D	E	F	141.3

Filen indeholder $20 + 80 + 10 + 40 + 70 + 40 + 30 = 290$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

750 790 800 810 830 840

A	B	C	D	E	F	141.4
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------

Opgave 142 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	60	30	50	80	80	40	30

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **b**, **d** og **g**?

	1	2	3	4	5	6	
b	A	B	C	D	E	F	142.1
d	A	B	C	D	E	F	142.2
g	A	B	C	D	E	F	142.3

Filen indeholder $60 + 30 + 50 + 80 + 80 + 40 + 30 = 370$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

1010 1020 1030 1040 1050 1060

A	B	C	D	E	F	142.4
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------

Opgave 143 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	40	10	30	20	40	70	80

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **c**, **d** og **e**?

	1	2	3	4	5	6	
c	A	B	C	D	E	F	143.1
d	A	B	C	D	E	F	143.2
e	A	B	C	D	E	F	143.3

Filen indeholder $40 + 10 + 30 + 20 + 40 + 70 + 80 = 290$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

730	740	750	780	790	800	
A	B	C	D	E	F	143.4

Opgave 144 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	40	20	70	60	80	50	10

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **d**, **e** og **g**?

	1	2	3	4	5	6	
d	A	B	C	D	E	F	144.1
e	A	B	C	D	E	F	144.2
g	A	B	C	D	E	F	144.3

Filen indeholder $40 + 20 + 70 + 60 + 80 + 50 + 10 = 330$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

830	850	860	870	900	910	
A	B	C	D	E	F	144.4

Opgave 145 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	70	10	50	50	10	30	20

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **a**, **c** og **f**?

	1	2	3	4	5	6	
a	A	B	C	D	E	F	145.1
c	A	B	C	D	E	F	145.2
f	A	B	C	D	E	F	145.3

Filen indeholder $70 + 10 + 50 + 50 + 10 + 30 + 20 = 240$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

590	600	610	620	630	640	
A	B	C	D	E	F	145.4

Opgave 146 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	40	80	60	20	10	40	30

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **c**, **e** og **g**?

	1	2	3	4	5	6	
c	A	B	C	D	E	F	146.1
e	A	B	C	D	E	F	146.2
g	A	B	C	D	E	F	146.3

Filen indeholder $40 + 80 + 60 + 20 + 10 + 40 + 30 = 280$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

720	730	760	770	780	790	
A	B	C	D	E	F	146.4

Opgave 147 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	70	40	50	30	20	20	30

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **c**, **d** og **f**?

	1	2	3	4	5	6	
c	A	B	C	D	E	F	147.1
d	A	B	C	D	E	F	147.2
f	A	B	C	D	E	F	147.3

Filen indeholder $70 + 40 + 50 + 30 + 20 + 20 + 30 = 260$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

660	670	680	700	710	720	
A	B	C	D	E	F	147.4

Opgave 148 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	80	50	50	60	10	40	20

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **b**, **c** og **g**?

	1	2	3	4	5	6	
b	A	B	C	D	E	F	148.1
c	A	B	C	D	E	F	148.2
g	A	B	C	D	E	F	148.3

Filen indeholder $80 + 50 + 50 + 60 + 10 + 40 + 20 = 310$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

780	800	810	820	830	850	
A	B	C	D	E	F	148.4

Opgave 149 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	50	20	70	30	30	40	20

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **b**, **d** og **e**?

	1	2	3	4	5	6	
b	A	B	C	D	E	F	149.1
d	A	B	C	D	E	F	149.2
e	A	B	C	D	E	F	149.3

Filen indeholder $50 + 20 + 70 + 30 + 30 + 40 + 20 = 260$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

	700	710	720	730	740	750	
	A	B	C	D	E	F	149.4

Opgave 150 (4 %)

Bogstav	a	b	c	d	e	f	g
Frekvens	40	60	60	10	50	50	20

Antag vi har en fil med ovenstående bogstaver og frekvenser. Hvis man konstruerer et Huffman træ for disse frekvenser, hvor lange er koderne så for **b**, **e** og **f**?

	1	2	3	4	5	6	
b	A	B	C	D	E	F	150.1
e	A	B	C	D	E	F	150.2
f	A	B	C	D	E	F	150.3

Filen indeholder $40 + 60 + 60 + 10 + 50 + 50 + 20 = 290$ bogstaver. Hvor mange bits vil en Huffman kodning af strengen bruge?

	720	730	740	760	770	780	
	A	B	C	D	E	F	150.4

Rekursionsligninger

Opgave 151 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = T(n-1) + \log n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	151.1
$T(n) = 4 \cdot T(n/5) + n^3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	151.2
$T(n) = 4 \cdot T(n/2) + n^2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	151.3
$T(n) = 3 \cdot T(n/5) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	151.4
$T(n) = T(n-1) + n^2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	151.5

Opgave 152 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = T(n-1) + \log n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	152.1
$T(n) = 4 \cdot T(n/5) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	152.2
$T(n) = T(n/3) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	152.3
$T(n) = 2 \cdot T(n/2) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	152.4
$T(n) = 3 \cdot T(n/9) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	152.5

Opgave 153 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 2 \cdot T(n/4) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	153.1
$T(n) = 5 \cdot T(n/5) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	153.2
$T(n) = 3 \cdot T(n/9) + 1$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	153.3
$T(n) = 8 \cdot T(n/2) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	153.4
$T(n) = 4 \cdot T(n/2) + n^2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	153.5

Opgave 154 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 2 \cdot T(n/5) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	154.1
$T(n) = 4 \cdot T(n/2) + 1$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	154.2
$T(n) = 4 \cdot T(n/4) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	154.3
$T(n) = T(n/4) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	154.4
$T(n) = T(n-1) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	154.5

Opgave 155 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 2 \cdot T(n/4) + 1$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	155.1
$T(n) = 5 \cdot T(n/5) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	155.2
$T(n) = 8 \cdot T(n/2) + 1$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	155.3
$T(n) = T(n-1) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	155.4
$T(n) = T(n-1) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	155.5

Opgave 156 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 4 \cdot T(n/2) + n^2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	156.1
$T(n) = 9 \cdot T(n/3) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	156.2
$T(n) = 4 \cdot T(n/2) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	156.3
$T(n) = 2 \cdot T(n/4) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	156.4
$T(n) = 8 \cdot T(n/2) + 1$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	156.5

Opgave 157 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 8 \cdot T(n/2) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	157.1
$T(n) = T(n/3) + 5$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	157.2
$T(n) = T(n-1) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	157.3
$T(n) = 2 \cdot T(n/4) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	157.4
$T(n) = 3 \cdot T(n/4) + n^3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	157.5

Opgave 158 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 9 \cdot T(n/3) + n^2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	158.1
$T(n) = 4 \cdot T(n/2) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	158.2
$T(n) = T(n/4) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	158.3
$T(n) = 3 \cdot T(n/9) + 1$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	158.4
$T(n) = 3 \cdot T(n/5) + n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	158.5

Opgave 159 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 3 \cdot T(n/9) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	159.1
$T(n) = T(n-1) + \log n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	159.2
$T(n) = 2 \cdot T(n/4) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	159.3
$T(n) = T(n-1) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	159.4
$T(n) = T(n/3) + 5$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	159.5

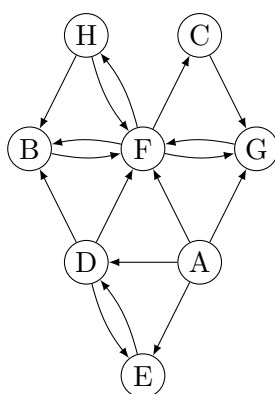
Opgave 160 (4 %)

Angiv løsningen for hver af nedenstående rekursionsligninger, hvor $T(n) = 1$ for $n \leq 1$.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^2 \log n)$	$\Theta(n^3)$	
$T(n) = 9 \cdot T(n/3) + 3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	160.1
$T(n) = 4 \cdot T(n/5) + n^2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	160.2
$T(n) = 4 \cdot T(n/2) + n^2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	160.3
$T(n) = 3 \cdot T(n/9) + 2$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	160.4
$T(n) = 2 \cdot T(n/4) + n^3$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	160.5

BFS

Opgave 161 (4 %)



For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver udtaget af køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

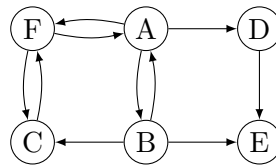
ADEFGBCH ADEFGBHC AGDEFBCH ADBFCGHE

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 162 (4 %)


For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver indsat i køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

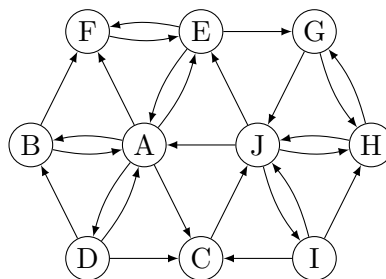
ABCFED ABDFCE ABDFEC AFDBCE

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 163 (4 %)


For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver indsat i køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

ABFEGHJICD ABCDEFJGHI AEBFDCGJHI ABCDEFJGHI

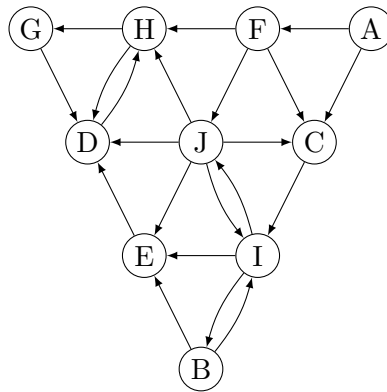
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 164 (4 %)



For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver udtaget af køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

ACIBEDHGGJF ACFIHJBEGD ACFIHJEBGD ACFIHJBEDG

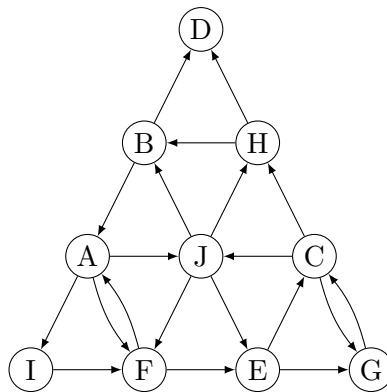
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 165 (4 %)



For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver indsat i køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

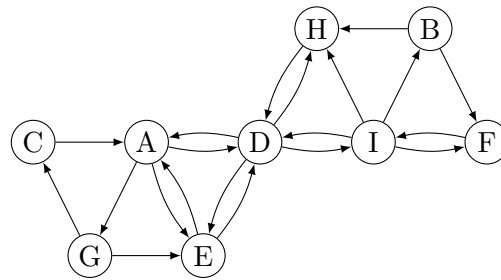
AFIJEHBHCGD AJFIHBEDCG AFIJEHBHCGD AFECGHBDJI

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 166 (4 %)


For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver udtaget af køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

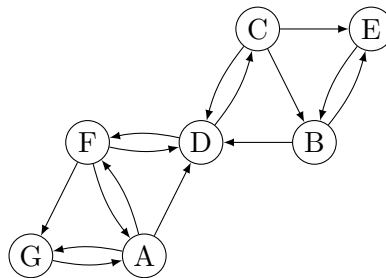
ADEGHICBF ADEHIBFGC ADEGHICFB ADEGIHCFB

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 167 (4 %)


For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver udtaget af køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

ADFGCBE ADGFCEB ADFGCEB ADCBEFG

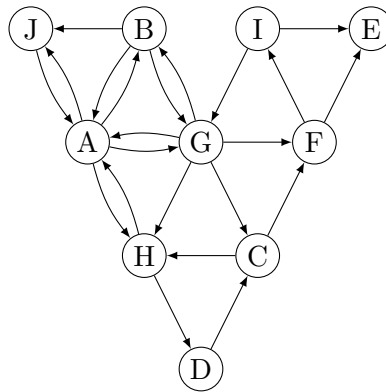
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 168 (4 %)



For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver udtaget af køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

ABGCFEIHDJ ABGHJCFDIE ABGHJCFDEI ABHJGDCFEI

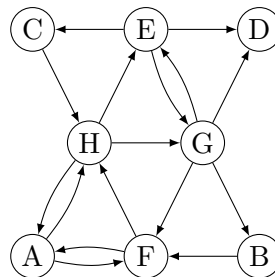
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 169 (4 %)



For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver udtaget af køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

AFHECDGB AHFGEBDC AFHEGDCB AFHEGCDB

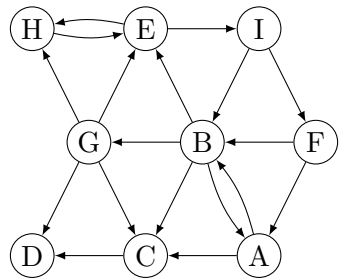
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 170 (4 %)



For et bredde først gennemløb (BFS) af ovenstående graf **startende i knuden A**, angiv rækkefølgen knuderne bliver udtaget af køen Q i BFS-algoritmen. Det antages, at grafen er givet ved alfabetisk sorterede incidenslister.

ABCDEHIFG ACBDGEHIF ABCEGDHIF ABCEGDIHF

☐ A

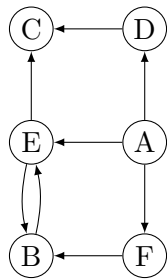
☐ B

☐ C

☐ D

Lovlige BFS træer

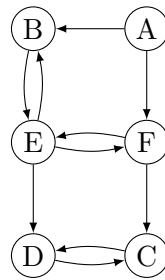
Opgave 171 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,D) (A,F) (B,E) (E,C) (F,B)	☐ A	☐ B	171.1
(A,D) (A,E) (A,F) (E,B) (E,C)	☐ A	☐ B	171.2
(A,D) (A,E) (A,F) (D,C) (E,B)	☐ A	☐ B	171.3
(A,D) (A,F) (B,E) (D,C) (F,B)	☐ A	☐ B	171.4
(A,D) (A,E) (A,F) (E,C) (F,B)	☐ A	☐ B	171.5

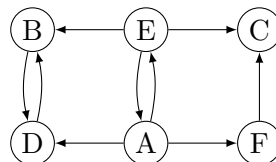
Opgave 172 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,B) (A,F) (E,D) (F,C) (F,E)	☐	☐	172.1
(A,B) (B,E) (D,C) (E,D) (E,F)	☐	☐	172.2
(A,B) (A,F) (D,C) (E,D) (F,E)	☐	☐	172.3
(A,F) (E,B) (E,D) (F,C) (F,E)	☐	☐	172.4
(A,B) (A,F) (C,D) (F,C) (F,E)	☐	☐	172.5

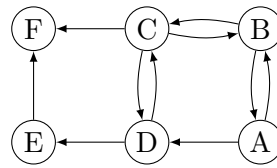
Opgave 173 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,D) (A,E) (A,F) (D,B) (F,C)	☐	☐	173.1
(A,E) (A,F) (B,D) (E,B) (E,C)	☐	☐	173.2
(A,D) (A,E) (A,F) (E,B) (F,C)	☐	☐	173.3
(A,D) (A,E) (A,F) (E,B) (E,C)	☐	☐	173.4
(A,D) (A,E) (A,F) (D,B) (E,C)	☐	☐	173.5

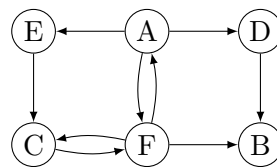
Opgave 174 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,B) (A,D) (C,F) (D,C) (D,E)	☐	☐	174.1
(A,D) (C,B) (D,C) (D,E) (E,F)	☐	☐	174.2
(A,B) (A,D) (D,C) (D,E) (E,F)	☐	☐	174.3
(A,B) (A,D) (B,C) (C,F) (D,E)	☐	☐	174.4
(A,B) (A,D) (B,C) (D,E) (E,F)	☐	☐	174.5

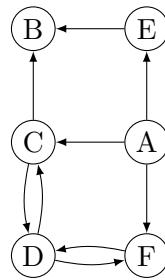
Opgave 175 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,D) (A,E) (A,F) (D,B) (F,C)	☐	☐	175.1
(A,D) (A,E) (A,F) (D,B) (E,C)	☐	☐	175.2
(A,D) (A,E) (A,F) (E,C) (F,B)	☐	☐	175.3
(A,D) (A,E) (C,F) (E,C) (F,B)	☐	☐	175.4
(A,D) (A,E) (A,F) (F,B) (F,C)	☐	☐	175.5

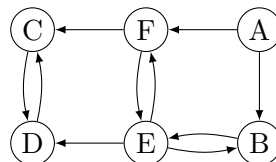
Opgave 176 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,C) (A,E) (A,F) (C,D) (E,B)	☐	☐	176.1
(A,C) (A,E) (A,F) (E,B) (F,D)	☐	☐	176.2
(A,E) (A,F) (C,B) (D,C) (F,D)	☐	☐	176.3
(A,C) (A,E) (A,F) (C,B) (C,D)	☐	☐	176.4
(A,C) (A,E) (A,F) (C,B) (F,D)	☐	☐	176.5

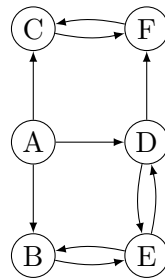
Opgave 177 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,B) (A,F) (E,D) (F,C) (F,E)	☐	☐	177.1
(A,B) (B,E) (D,C) (E,D) (E,F)	☐	☐	177.2
(A,B) (A,F) (B,E) (E,D) (F,C)	☐	☐	177.3
(A,F) (C,D) (E,B) (F,C) (F,E)	☐	☐	177.4
(A,B) (A,F) (B,E) (D,C) (E,D)	☐	☐	177.5

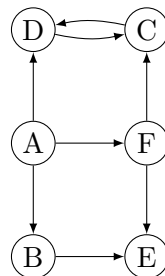
Opgave 178 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,D) (D,E) (D,F) (E,B) (F,C)	☐	☐	178.1
(A,B) (A,C) (A,D) (C,F) (D,E)	☐	☐	178.2
(A,B) (A,C) (A,D) (B,E) (C,F)	☐	☐	178.3
(A,B) (A,C) (B,E) (C,F) (E,D)	☐	☐	178.4
(A,B) (A,C) (A,D) (D,E) (D,F)	☐	☐	178.5

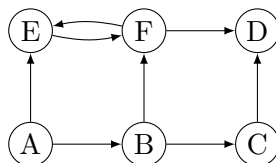
Opgave 179 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,B) (A,F) (C,D) (F,C) (F,E)	☐	☐	179.1
(A,B) (A,D) (A,F) (B,E) (F,C)	☐	☐	179.2
(A,B) (A,D) (A,F) (F,C) (F,E)	☐	☐	179.3
(A,B) (A,D) (A,F) (B,E) (D,C)	☐	☐	179.4
(A,B) (A,D) (A,F) (D,C) (F,E)	☐	☐	179.5

Opgave 180 (4 %)

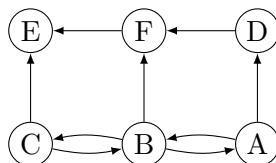


Angiv for hver af nedenstående mængder af kanter om de udgør et lovligt BFS træ for et bredde først gennemløb af ovenstående graf **startende i knuden A** og for en passende ordning af grafens incidenslister.

	Ja	Nej	
(A,B) (B,C) (B,F) (F,D) (F,E)	☐	☐	180.1
(A,B) (A,E) (B,C) (C,D) (E,F)	☐	☐	180.2
(A,B) (A,E) (B,C) (B,F) (C,D)	☐	☐	180.3
(A,B) (A,E) (B,C) (E,F) (F,D)	☐	☐	180.4
(A,B) (A,E) (B,C) (B,F) (F,D)	☐	☐	180.5

DFS

Opgave 181 (4 %)



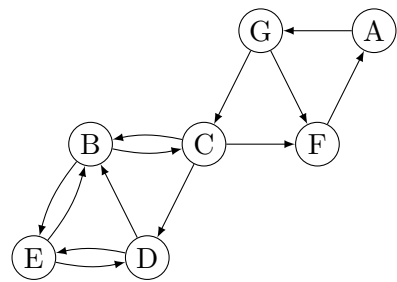
Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **discovery time**.

ABCEFD	ADBFCE	ABDCFE	ADFEBC	
☐	☐	☐	☐	181.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(A, D)	☐	☐	☐	☐	181.2
(C, B)	☐	☐	☐	☐	181.3
(F, E)	☐	☐	☐	☐	181.4
(B, A)	☐	☐	☐	☐	181.5

Opgave 182 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **discovery time**.

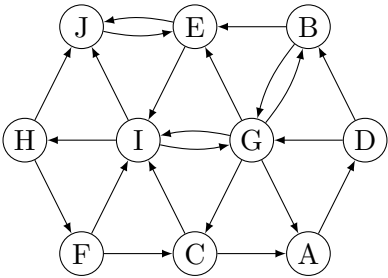
A G C F B E D A G C B E D F A G C F B D E A G F C B E D

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D 182.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(C, D)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	182.2
(D, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	182.3
(D, B)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	182.4
(C, B)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	182.5

Opgave 183 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **discovery time**.

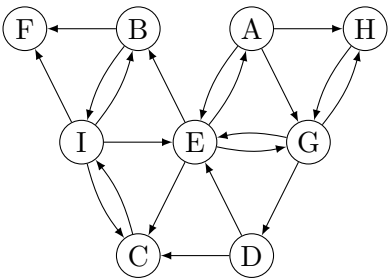
ADBGECIJHF ADBEIHJFGC ADBEIGCHFJ ADGBEJIHFC

☐A ☐B ☐C ☐D 183.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(F, C)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	183.2
(E, J)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	183.3
(F, I)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	183.4
(B, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	183.5

Opgave 184 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **finishing time**.

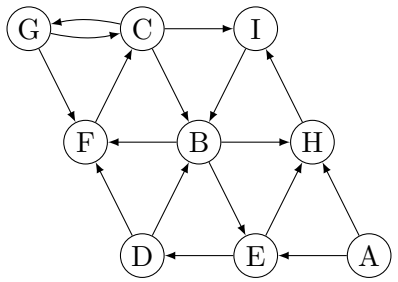
FCIBDHGEA HDGCIFBEA FBICDHGEA IFDCBHGEA

☐A ☐B ☐C ☐D 184.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(D, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	184.2
(A, H)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	184.3
(A, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	184.4
(I, F)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	184.5

Opgave 185 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **discovery time**.

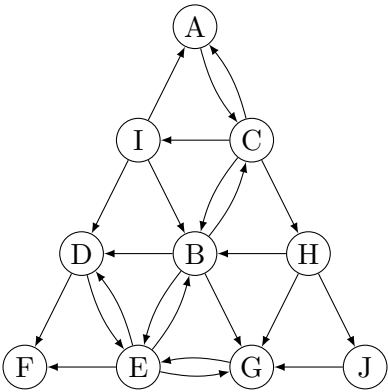
AEDBHFCIG AEDBHIFCG AEDBFCGIH AEHDIBFCG

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D 185.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(D, F)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	185.2
(I, B)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	185.3
(B, H)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	185.4
(H, I)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	185.5

Opgave 186 (4 %)



Betrakt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **finishing time**.

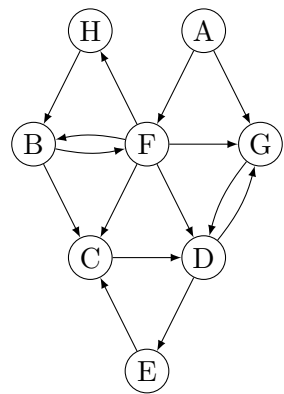
I J H G F E D B C A F G B E D I J H C A F J G E D I H B C A F G E D B J H I C A

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D 186.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(D, F)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	186.2
(D, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	186.3
(I, A)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	186.4
(I, D)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	186.5

Opgave 187 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **finishing time**.

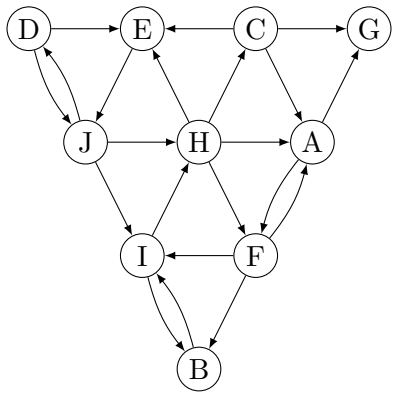
EGDCBHFA EHDCBGFA HGEDCBFA GEDCBHFA

☐A ☐B ☐C ☐D 187.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(G, D)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	187.2
(H, B)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	187.3
(D, G)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	187.4
(A, G)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	187.5

Opgave 188 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **discovery time**.

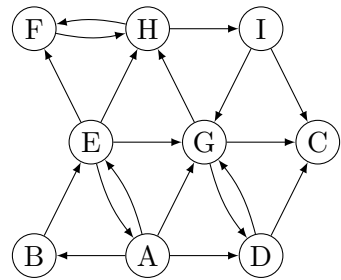
AFGBIHCEJD AFBHCGEJD AFBIHCEJDG AGFIHCEJDB

☐A ☐B ☐C ☐D 188.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(H, C)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	188.2
(D, J)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	188.3
(F, I)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	188.4
(I, B)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	188.5

Opgave 189 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **discovery time**.

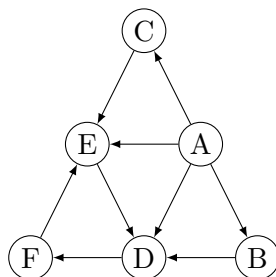
ABEFHICGD ABDEGCFHI ABEFHIGDC AEFHIGCDB

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D 189.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(E, H)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	189.2
(G, C)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	189.3
(E, F)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	189.4
(H, F)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	189.5

Opgave 190 (4 %)



Betragt et dybde først gennemløb (DFS) af ovenstående graf, hvor DFS-gennemløbet starter i **knuden A**, hvor de udgående kanter til en knude besøges i alfabetisk rækkefølge. Angiv i hvilken rækkefølge knuderne får tildelt **finishing time**.

CEFDBA EFDBCA FDEBCA FEDCBA

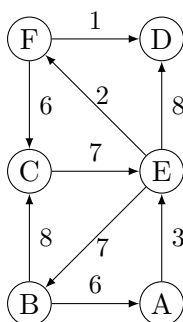
☐ A ☐ B ☐ C ☐ D 190.1

Angiv for hver af nedenstående kanter hvilken type kanten bliver i DFS gennemløbet.

	Tree edge	Back edge	Cross edge	Forward edge	
(F, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	190.2
(E, D)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	190.3
(C, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	190.4
(A, E)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	190.5

Dijkstras algoritme

Opgave 191 (4 %)

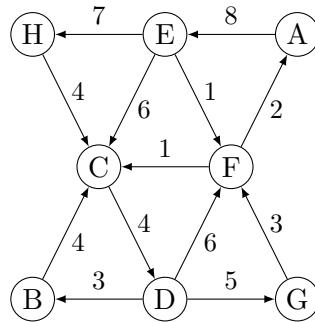


Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

AEBCDF AEBDFC AEFDCB AEFDBC

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

Opgave 192 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

AECDDBFGH AEFCDDBGH AECFHDBG AEFCDHGB

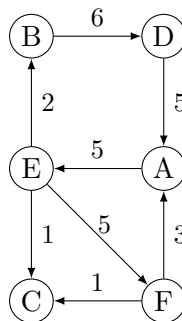
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 193 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

AEBDCF AECBFD AECBDF AEBDCF

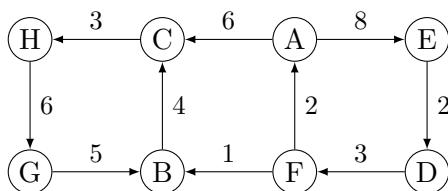
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 194 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

ACEHGBDF ACEHDGFB ACEHDFBG ACHGBEDF

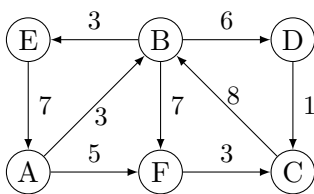
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 195 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

ABFCED ABDCEF ABFECD ABFDEC

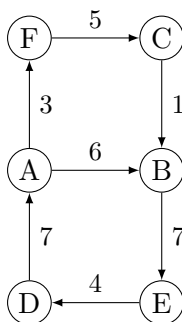
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 196 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

AFBCED AFBEDC ABFECD ABEDFC

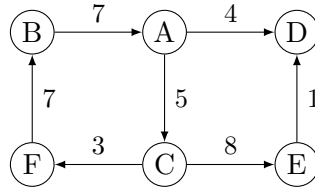
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 197 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

ADCFBE ADCFEB ACDEFB ACEDFB

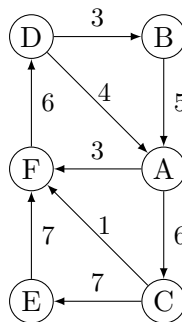
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 198 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

ACEFDB AFCEDB ACFEDB AFCDBE

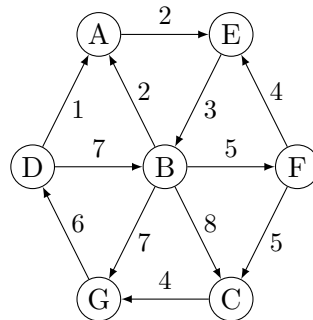
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 199 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

AEBCFGD AEBGDF AEBFCGD AEBFGCD

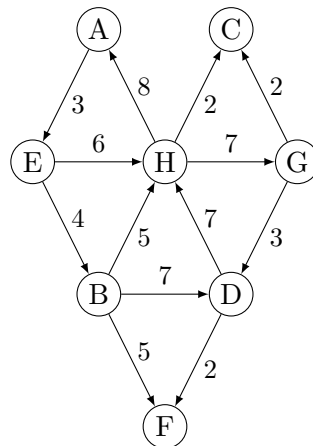
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 200 (4 %)



Antag Dijkstras algoritme anvendes til at finde korteste afstande fra **knuden A** til alle knuder i ovenstående graf. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver taget ud af prioritetskøen i Dijkstras algoritme.

AEBHCGDF AEBHCFDG AEBDFHCG AEBHDFCG

☐ A

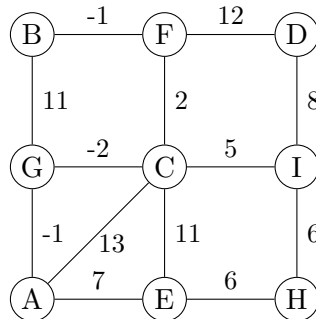
☐ B

☐ C

☐ D

Prims algoritme

Opgave 201 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

AGCFBIHED AGCFBDIHE AGCFBIHDE AGCFBIEHD

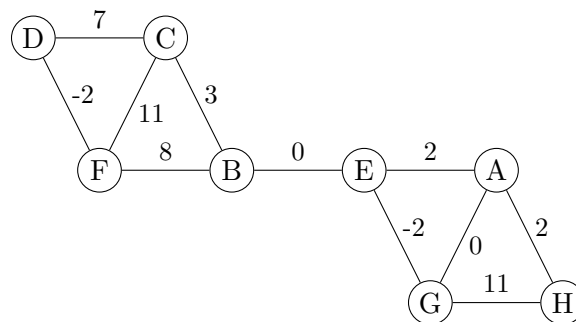
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 202 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

AGEBHCDF AGEBCHFD AGEBCDFH AGEBCHDF

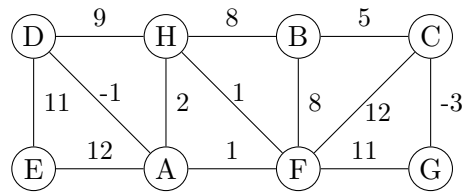
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 203 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

ADFHBEGC ADFHBCGE ADFHBECG ADHFBCGE

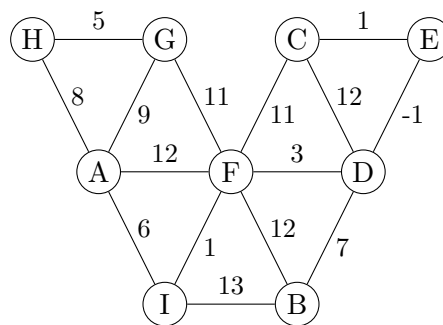
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 204 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

AIFDECBHG AIFHGDECB AIFDECBGH AIFHDECGB

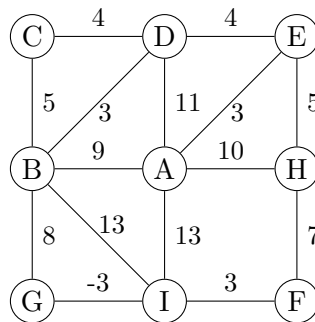
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 205 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

AEDBCGIFH AEDHBCIGF AEDBCHFIG AEDHBCFIG

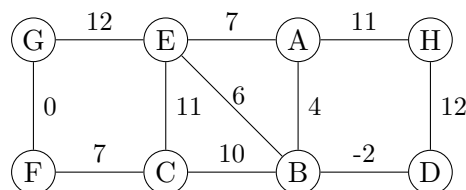
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 206 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

ABDEHCGF ABDHECFG ABDEHCFG ABDECFGH

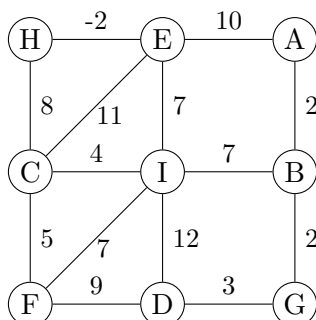
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 207 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

ABGDFCIEH ABGDIEHCF ABGDICFEH ABGDICEHF

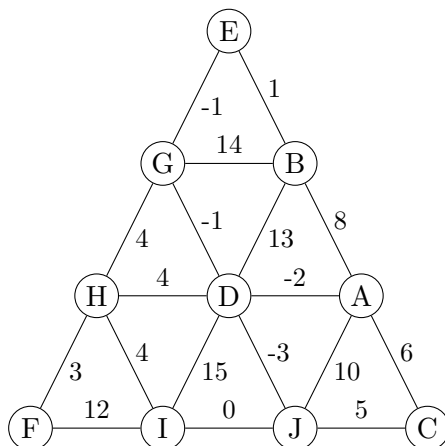
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 208 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

ADJIHFGCEB ADJGEIBHFC ADJIGEBCHF ADJIGEBHCF

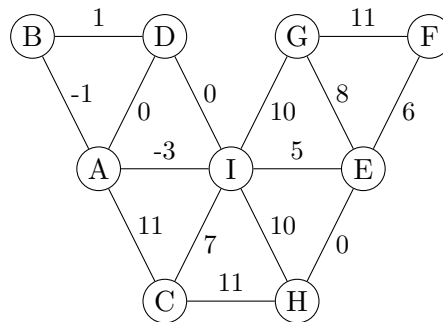
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 209 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

AIBDEHCFG AIDBEHCGF AIDBEHCFG AIBDEHFCD

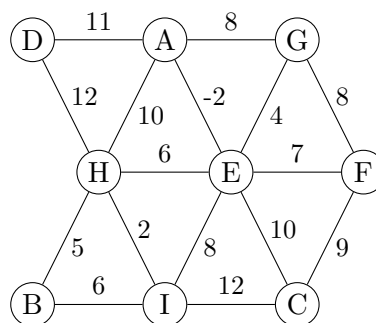
☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

Opgave 210 (4 %)



Antag Prims algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf, og algoritmen starter i **knuden A**. Angiv hvilken rækkefølge knuderne bliver inkluderet i det minimum udspændende træ (taget ud af prioritetskøen i Prims algoritme).

AEGHFIBDC AEGFCIHBD AEGHIBFCD AEGHFICBD

☐ A

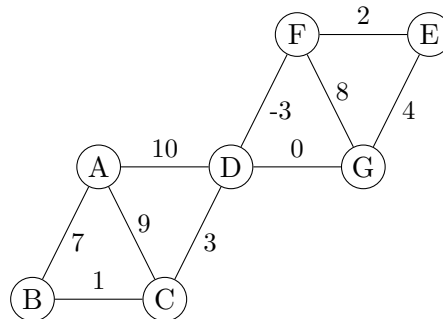
☐ B

☐ C

☐ D

Kruskals algoritme

Opgave 211 (4 %)

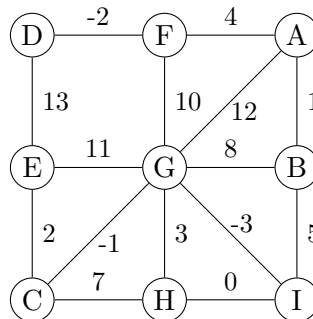


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(B, C) (A, B) (E, G) (E, F) (D, G)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 212 (4 %)

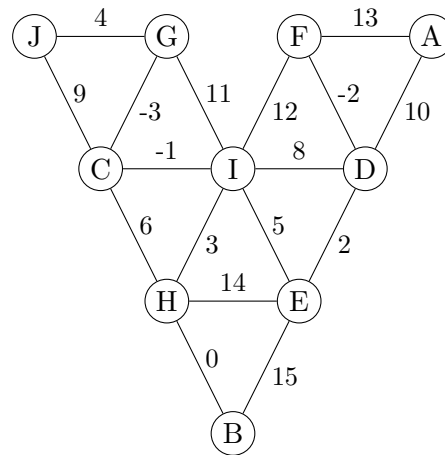


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(B, I) (C, H) (C, E) (H, I) (G, I)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 213 (4 %)

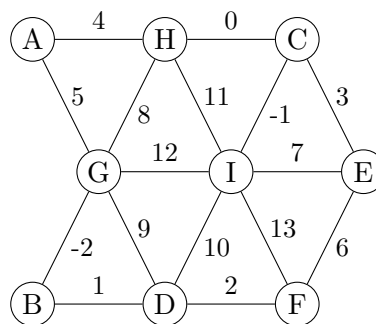


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(B, H) (B, E) (A, D) (C, I) (G, J)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 214 (4 %)

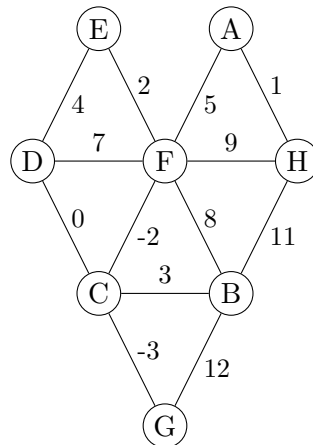


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(B, G) (A, G) (C, E) (A, H) (D, F)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 215 (4 %)

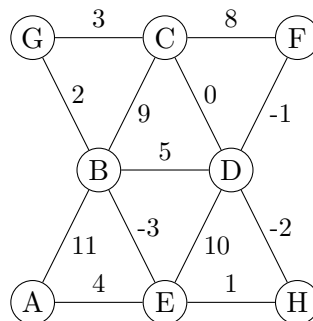


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(D, E) (A, F) (E, F) (C, F) (B, C)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 216 (4 %)

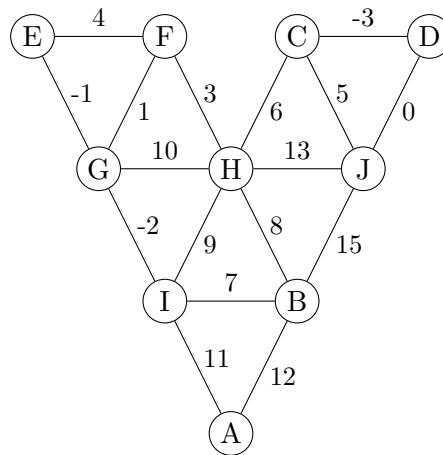


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(D, F) (C, D) (A, E) (B, G) (B, E)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 217 (4 %)

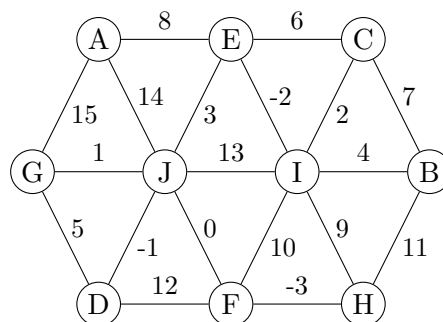


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(B, I) (C, H) (D, J) (B, J) (A, I)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 218 (4 %)

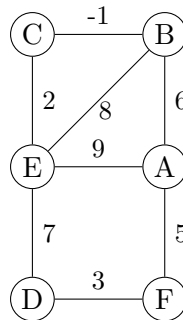


Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(D, G) (B, I) (C, I) (A, E) (G, J)

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Opgave 219 (4 %)



Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(A, F) (B, C) (D, F) (C, E) (A, B)

☐ A

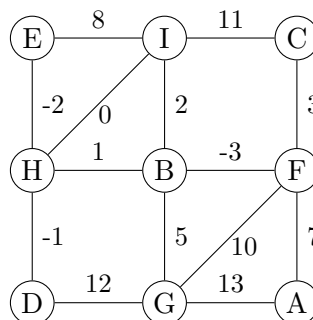
☐ B

☐ C

☐ D

☐ E

Opgave 220 (4 %)



Antag Kruskals algoritme anvendes til at finde et minimum udspændende træ for ovenstående graf. Angiv hvilken kant **sidst** inkluderes i det minimum udspændende træ.

(C, F) (B, G) (B, H) (D, G) (A, F)

☐ A

☐ B

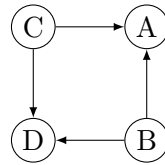
☐ C

☐ D

☐ E

Topologisk sortering

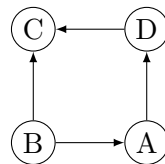
Opgave 221 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
B C D A	☐	☐	221.1
C B A D	☐	☐	221.2
C D A B	☐	☐	221.3
B C A D	☐	☐	221.4
D B A C	☐	☐	221.5

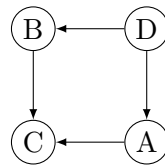
Opgave 222 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
A B D C	☐	☐	222.1
C A D B	☐	☐	222.2
B D A C	☐	☐	222.3
B A D C	☐	☐	222.4
B A C D	☐	☐	222.5

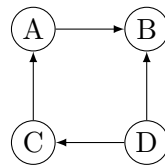
Opgave 223 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
D C A B	☐	☐	223.1
D A B C	☐	☐	223.2
D B A C	☐	☐	223.3
C A B D	☐	☐	223.4
A D B C	☐	☐	223.5

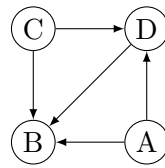
Opgave 224 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
D C B A	☐	☐	224.1
D C A B	☐	☐	224.2
D A C B	☐	☐	224.3
B C A D	☐	☐	224.4
C D A B	☐	☐	224.5

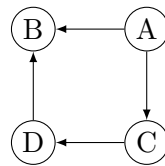
Opgave 225 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
A C D B	☐	☐	225.1
B C D A	☐	☐	225.2
C A B D	☐	☐	225.3
C A D B	☐	☐	225.4
C D A B	☐	☐	225.5

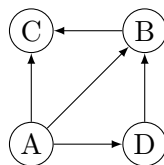
Opgave 226 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
A C D B	☐	☐	226.1
A D C B	☐	☐	226.2
A B D C	☐	☐	226.3
D C A B	☐	☐	226.4
C A D B	☐	☐	226.5

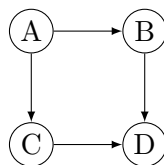
Opgave 227 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
A D C B	☐	☐	227.1
A D B C	☐	☐	227.2
C D B A	☐	☐	227.3
A C B D	☐	☐	227.4
D A B C	☐	☐	227.5

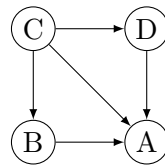
Opgave 228 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
B A C D	☐	☐	228.1
C B A D	☐	☐	228.2
A C B D	☐	☐	228.3
A D B C	☐	☐	228.4
A B C D	☐	☐	228.5

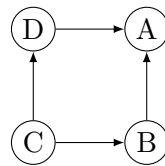
Opgave 229 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
DBCA	☐	☐	229.1
CBAD	☐	☐	229.2
ABDC	☐	☐	229.3
CBDA	☐	☐	229.4
CDBA	☐	☐	229.5

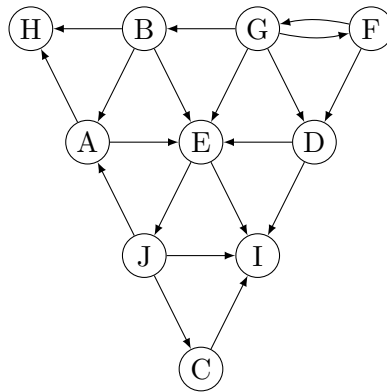
Opgave 230 (4 %)



Angiv for hver af nedenstående ordninger af knuderne i ovenstående graf om det er en lovlig topologisk sortering.

	Ja	Nej	
CDBA	☐	☐	230.1
CBDA	☐	☐	230.2
CDAB	☐	☐	230.3
CBAD	☐	☐	230.4
DBCA	☐	☐	230.5

Opgave 234 (4 %)

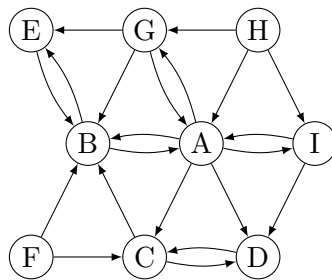


Hvad er antallet af stærke sammenhængskomponenter i ovenstående graf?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ H ☐ I ☐ J

Opgave 235 (4 %)

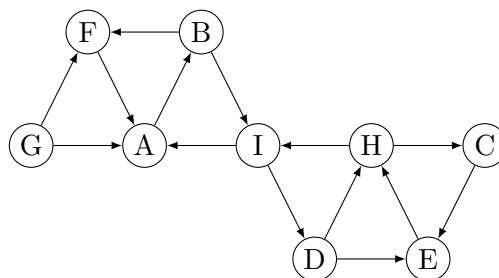


Hvad er antallet af stærke sammenhængskomponenter i ovenstående graf?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ H ☐ I

Opgave 236 (4 %)

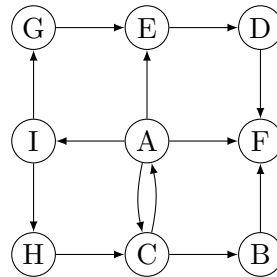


Hvad er antallet af stærke sammenhængskomponenter i ovenstående graf?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ H ☐ I

Opgave 237 (4 %)

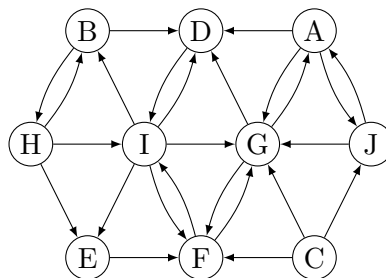


Hvad er antallet af stærke sammenhængskomponenter i ovenstående graf?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A
B
C
D
E
F
G
H
I

Opgave 238 (4 %)

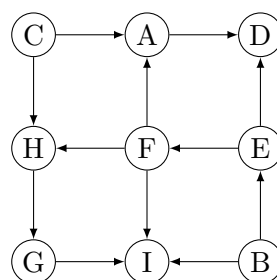


Hvad er antallet af stærke sammenhængskomponenter i ovenstående graf?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J

Opgave 239 (4 %)

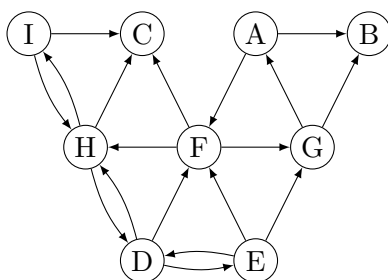


Hvad er antallet af stærke sammenhængskomponenter i ovenstående graf?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A	B	C	D	E	F	G	H	I
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Opgave 240 (4 %)



Hvad er antallet af stærke sammenhængskomponenter i ovenstående graf?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G ☐ H ☐ I

Løkke opgaver

Opgave 241

Algorithm loop1(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ while $j \leq i$ $j = 2 * j$ $i = 2 * i$	Algorithm loop2(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ while $j \leq n$ $j = 2 * j$ $i = 2 * i$	Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = i$ while $j \leq n$ $j = 2 * j$ $i = 2 * i$
Algorithm loop4(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = i$ while $j > 0$ $j = \lfloor j/2 \rfloor$ $i = i + i$	Algorithm loop5(n) $i = n$ while $i > 0$ $j = i$ while $j > 0$ $j = \lfloor j/2 \rfloor$ $i = \lfloor i/2 \rfloor$	Algorithm loop6(n) $s = 1$ for $i = 1$ to n $j = 1$ while $j \leq s$ $j = j + 1$ $s = 2 * s$
Algorithm loop7(n) $s = 1$ for $i = 1$ to n $j = s$ while $j > 0$ $s = s + 1$ $j = j - 1$	Algorithm loop8(n) $i = 1$ $p = 1$ while $p \leq n$ $i = i + 1$ $p = p * i$	Algorithm loop9(n) $i = 1$ $j = n$ while $i < j$ $i = 2 * i$ $j = j + n$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(2^n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\frac{\log n}{\log \log n})$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta((\log n)^2)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	241.9

Opgave 242

Algorithm loop1(n) $i = 1$ $j = n$ while $i \leq j$ $i = 4 * i$ $j = 2 * j$	Algorithm loop2(n) $i = 1$ $j = n$ while $i \leq j$ $i = i * 2$ $j = \lfloor j/2 \rfloor$	Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i * i \leq n$ $i = i + i$
Algorithm loop4(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $i = 2 * i$	Algorithm loop5(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $i = 3 * i$	Algorithm loop6(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $i = i + i$
Algorithm loop7(n) $i = 1$ while $i \leq n * n$ $i = 2 * i$	Algorithm loop8(n) $i = 1$ while $i \leq n * n$ $i = 3 * i$	Algorithm loop9(n) $i = 1$ $j = n * n$ while $i \leq j$ $i = 2 * i$ $j = j - 1$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n} \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(\frac{\log n}{\log \log n})$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	242.9

Opgave 243

Algorithm loop1(n) $i = n$ while $i > 0$ if i ulige then $i = i - 1$ else $i = i/2$	Algorithm loop2(n) $i = n$ while $i \leq n * n$ $i = 2 * i$	Algorithm loop3(n) $s = n$ while $s > 0$ $s = \lfloor s/2 \rfloor$
Algorithm loop4(n) $i = 2$ while $i \leq n$ $i = i * i$	Algorithm loop5(n) $s = 2$ while $s \leq n$ $s = s * s$	Algorithm loop6(n) $i = 0$ $s = 0$ $q = 0$ while $q \leq n$ $i = i + 1$ $s = s + i$ $q = q + s$
Algorithm loop7(n) $i = 0$ $s = 0$ while $s \leq n$ $i = i + 1$ $s = s + i$	Algorithm loop8(n) $i = 1$ $j = 1$ $s = 0$ while $s \leq n$ while $j \leq s$ $j = 2 * j$ $s = s + i$ $i = i + 1$	Algorithm loop9(n) $j = n$ $i = 1$ while $j \geq 0$ $j = j - i$ $i = i + 1$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(\sqrt[3]{n})$	$\Theta(\log \log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\sqrt{n})$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	☐ I	243.9

Opgave 244

Algorithm loop1(n) $s = 0$ $i = 1$ while $s \leq n$ $s = s + i$ $i = i + 1$	Algorithm loop2(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ $k = 1$ while $k \leq n$ $j = j + 1$ $k = k + j$ $i = 2 * i$	Algorithm loop3(n) for $i = 1$ to n $j = i$ while $j \leq n$ $j = 2 * j$
Algorithm loop4(n) $i = 0$ $j = n$ while $i \leq j$ $i = i + 1$ $j = j - 1$	Algorithm loop5(n) $i = 0$ $j = n$ while $i < j$ $i = i + 2$ $j = j + 1$	Algorithm loop6(n) $i = 1$ $j = 0$ while $i \leq n$ $i = i + i$ while $j < i$ $j = j + 1$
Algorithm loop7(n) $i = 1$ $j = 1$ while $i \leq n$ while $j \leq i$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$	Algorithm loop8(n) $i = 1$ $s = 0$ while $s \leq n$ $j = 1$ while $j \leq i$ $j = j + 1$ $s = s + i$ $i = i + 1$	Algorithm loop9(n) $i = 1$ $s = 1$ while $s \leq n * n$ $i = i + 1$ $s = s + i$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(\sqrt{n} \log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	244.9

Opgave 245

Algorithm loop1(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 0$ while $j \leq i$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$	Algorithm loop2(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 0$ while $j \leq n$ $j = j + i$ $i = 2 * i$	Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ while $j \leq i$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$
Algorithm loop4(n) $i = n$ while $i > 0$ $i = i - 1$	Algorithm loop5(n) $i = n$ while $i \geq 1$ $j = i$ while $j \leq n$ $j = 2 * j$ $i = i - 1$	Algorithm loop6(n) $s = 0$ $i = 1$ while $i * i \leq n$ for $j = 1$ to i $s = s + 1$ $i = i + 1$
Algorithm loop7(n) $s = 0$ $i = n$ while $i > 1$ for $j = 1$ to i $s = s + 1$ $i = \lfloor i/2 \rfloor$	Algorithm loop8(n) $s = 1$ for $i = 1$ to n $s = s + 1$	Algorithm loop9(n) $s = 1$ for $i = n$ to 1 step -1 $s = s + 1$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n)$	$\Theta(\sqrt{n} \log n)$	$\Theta(n\sqrt{n})$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n^3)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	245.9

Opgave 246

Algorithm loop1(n) $s = 1$ $i = 1$ while $i \leq n$ for $j = 1$ to i $s = s + 1$ $i = 2 * i$	Algorithm loop2(n) $s = 1$ while $s \leq n$ $s = s + 1$	Algorithm loop3(n) for $i = 1$ to n $j = 0$ while $j \leq n$ $j = j + i$
Algorithm loop4(n) for $i = 1$ to n $j = 1$ while $j \leq i$ $j = 2 * j$	Algorithm loop5(n) for $i = 1$ to n $j = 1$ while $j \leq n$ $j = 2 * j$	Algorithm loop6(n) for $i = 1$ to n $j = i$ while $j > 1$ $j = \lfloor j/2 \rfloor$
Algorithm loop7(n) $i = 0$ while $i \leq n$ $j = i$ while $j > 0$ $j = \lfloor j/2 \rfloor$ $i = i + 1$	Algorithm loop8(n) $i = 1$ $j = 1$ $s = 0$ while $i \leq n$ if $i = j$ then for $k = 1$ to n $s = s + 1$ $j = 2 * j$ $i = i + 1$	Algorithm loop9(n) $i = 1$ $s = 0$ while $i \leq n$ for $j = i$ to n $s = s + 1$ $i = i + i$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\frac{\log n}{\log \log n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n\sqrt{n})$	$\Theta((\log n)^2)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	246.9

Opgave 247

Algorithm loop1(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 0$ while $j \leq n$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$	Algorithm loop2(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = 1$ while $j \leq i$ $j = 2 * j$ $i = i + 1$	Algorithm loop3(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = i$ while $j \leq n$ $j = j + 1$ $i = 2 * i$
Algorithm loop4(n) $i = 1$ while $i \leq n$ $j = n$ while $j > 1$ $j = j - 1$ $i = 2 * i$	Algorithm loop5(n) $s = 0$ $i = n$ while $i > 1$ for $j = 1$ to n $s = s + 1$ $i = \lfloor i/2 \rfloor$	Algorithm loop6(n) for $i = 0$ to n $j = 0$ $s = 0$ while $s \leq i$ $j = j + 1$ $s = s + j$
Algorithm loop7(n) for $i = 1$ to n $j = 1$ while $j \leq i$ $j = j + 1$	Algorithm loop8(n) for $i = 1$ to n $j = i$ while $j > 0$ $j = j - 1$	Algorithm loop9(n) $i = 0$ $j = 0$ while $i \leq n$ if $i < j$ then $i = i + 1$ else $j = j + 1$ $i = 0$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførelstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(2^n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n\sqrt{n})$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	247.9

Opgave 248

Algorithm loop1(n)

```

 $i = 1$ 
while  $i \leq n$ 
     $j = 1$ 
    while  $j \leq i$ 
         $j = j + 1$ 
     $i = i + 1$ 

```

Algorithm loop2(n)

```

 $i = 1$ 
while  $i \leq n$ 
     $j = 1$ 
    while  $j \leq n$ 
         $j = j + 1$ 
     $i = i + 1$ 

```

Algorithm loop3(n)

```

 $i = n$ 
 $j = 0$ 
while  $i > 0$ 
    if  $j < i$ 
         $j = j + 1$ 
    else
         $j = 0$ 
     $i = i - 1$ 

```

Algorithm loop4(n)

```

 $s = 0$ 
for  $i = 1$  to  $n$ 
    for  $j = 1$  to  $n$ 
        if  $i = j$  then
            for  $k = 1$  to  $n$ 
                 $s = s + 1$ 

```

Algorithm loop5(n)

```

 $s = 0$ 
 $i = n$ 
while  $i > 0$ 
    for  $j = 1$  to  $i$ 
         $s = s + 1$ 
     $i = i - 1$ 

```

Algorithm loop6(n)

```

 $s = 1$ 
for  $i = 1$  to  $n$ 
    for  $j = 1$  to  $n$ 
         $s = s + 1$ 

```

Algorithm loop7(n)

```

 $s = 1$ 
for  $i = 1$  to  $n$ 
    for  $j = 1$  to  $n$ 
         $s = s + 1$ 
    for  $k = 1$  to  $n$ 
         $s = s + 1$ 

```

Algorithm loop8(n)

```

 $s = 1$ 
for  $i = 1$  to  $n$ 
    for  $j = i$  to  $n$ 
         $s = s + 1$ 

```

Algorithm loop9(n)

```

 $s = 1$ 
for  $i = n$  to  $1$  step  $-1$ 
    for  $j = n$  to  $1$  step  $-1$ 
         $s = s + 1$ 

```

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførelstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n^3)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(\sqrt{n} \log n)$	$\Theta(n^2)$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.7
loop8	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.8
loop9	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	248.9

Opgave 249

Algorithm loop1(n)
for $i = 1$ **to** n
 for $j = 1$ **to** i
 $k = 1$
 while $k \leq i + j$
 $k = 2 * k$

Algorithm loop2(n)
 $s = 0$
for $i = 1$ **to** n
 for $j = 1$ **to** $i * i$
 $s = s + 1$

Algorithm loop3(n)
 $s = 0$
for $i = 1$ **to** n
 for $j = 1$ **to** n
 for $k = 1$ **to** n
 $s = s + 1$

Algorithm loop4(n)
 $s = 0$
for $i = 1$ **to** n
 for $j = i$ **to** n
 for $k = i$ **to** j
 $s = s + 1$

Algorithm loop5(n)
 $s = 0$
 $j = 0$
for $i = 1$ **to** n
 $j = j + i$
 for $k = 1$ **to** j
 $s = s + 1$

Algorithm loop6(n)
 $s = 1$
for $i = 1$ **to** n
 for $j = 1$ **to** i
 for $k = j$ **to** i
 $s = s + 1$

Algorithm loop7(n)
 $s = 1$
for $i = 1$ **to** $n * n$
 for $j = 1$ **to** n
 $s = s + 1$

Angiv for hver af ovenstående algoritmer udførselstiden som funktion af n i Θ -notation.

	$\Theta(n^2 \cdot \log n)$	$\Theta(n^3)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta((\log n)^2)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n\sqrt{n})$	
loop1	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	249.1
loop2	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	249.2
loop3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	249.3
loop4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	249.4
loop5	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	249.5
loop6	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	249.6
loop7	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	☐ H	249.7

Amortiseret analyse

Opgave 250 (4 %)

Antag en liste L bruges til at opbevare en mængde af forskellige tal. Følgende to operationer ønskes understøttet: $\text{ADD}(x)$ tilføjer x til listen (x antages at være forskellig fra alle tal i listen), og REMOVELARGERHALF fjerner og returnerer de $\lceil |L|/2 \rceil$ største elementer fra listen. $\text{ADD}(x)$ tilføjer blot det nye element bagerst i listen L i worst-case $O(1)$ tid. REMOVELARGERHALF anvender først deterministisk selektion til at finde det $\lfloor |L|/2 \rfloor + 1$ mindste element e i L i worst-case $O(|L|)$ tid, hvorefter L løbes igennem og alle elementer fjernes der er større end eller lig e .

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at begge operationer tager amortiseret $O(1)$ tid.

	Ja	Nej	
$ L $	☐ A	☐ B	250.1
$\log L $	☐ A	☐ B	250.2
$2 L $	☐ A	☐ B	250.3
$ L /2$	☐ A	☐ B	250.4
$ L ^2$	☐ A	☐ B	250.5
$ L \cdot \log L $	☐ A	☐ B	250.6

Opgave 251 (4 %)

Antag at et array X af størrelse n indeholder to stakke S og T , henholdsvis af størrelse s og t , således at $X[1..s] = S$ og $X[n+1-t..n] = T$, hvor toppen af de to stakke er henholdsvis $X[s]$ og $X[n+1-t]$. Når X bliver fuld, dvs. $s+t=n$, allokeres et dobbelt så stort array til X , og S og T kopieres over i dette array.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at stakoperationerne PUSH og POP på de to stakke tager amortiseret $O(1)$ tid.

	Ja	Nej	
$s+t$	☐ A	☐ B	251.1
$t-s$	☐ A	☐ B	251.2
$s+n-t$	☐ A	☐ B	251.3
$\max\{0, 2(s+t)-n\}$	☐ A	☐ B	251.4
$n-s-t$	☐ A	☐ B	251.5
$\max\{0, 2s+3t-n\}$	☐ A	☐ B	251.6

Opgave 252 (4 %)

Givet en sorteret liste L med $N = 2^k - 1$ elementer, for et positivt heltal k , så kan man i $O(N)$ tid konstruere et perfekt balanceret binært søgetræ indeholdende L . I det følgende antages at vi kun laver sletninger i søgetræet, som beskrevet i [CLRS, kapitel 12.3], dvs. sletninger forsøger ikke at holde træet balanceret. Lad n betegne det aktuelle antal elementer i træet. For at holde træets højde logaritmisk i n , genopbygges træet som et perfekt balanceret binært søgetræ i $O(n)$ tid når halvdelen af elementerne er blevet slettet, dvs. når $n < N/2$, hvor N betegner antallet af elementer i træet sidste gang det blev genopbygget.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at slettelser tager amortiseret $O(\log n)$ tid.

	Ja	Nej	
N	☐ A	☐ B	252.1
n	☐ A	☐ B	252.2
$N - n$	☐ A	☐ B	252.3
$(N - n) \cdot \log n$	☐ A	☐ B	252.4
$\log n$	☐ A	☐ B	252.5
$(N - n) \cdot \log N$	☐ A	☐ B	252.6

Opgave 253 (4 %)

Betragt en liste $L = (x_1, \dots, x_N)$ af N heltal, hvorpå vi kan udføre følgende to operationer: APPEND(x) tilføjer heltallet x til sidst i listen, og ADDPAIRS erstatter for alle $i = 1.. \lfloor |L|/2 \rfloor$ det $2i - 1$ 'te og $2i$ 'te tal med deres sum, således at den nye liste har længde $\lceil |L|/2 \rceil$. F.eks. resulterer ADDPAIRS på listen 3, 5, 7, 4, 11, 2, 6 i den nye liste 8, 11, 13, 6. Worst-case tiden for APPEND og ADDPAIRS er henholdsvis $O(1)$ og $O(|L|)$.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at begge operationer tager amortiseret $O(1)$ tid.

	Ja	Nej	
N	☐ A	☐ B	253.1
$\log N$	☐ A	☐ B	253.2
$N + \log N$	☐ A	☐ B	253.3
$N/2$	☐ A	☐ B	253.4
$N \cdot \log N$	☐ A	☐ B	253.5
$\sqrt{N}$	☐ A	☐ B	253.6

Opgave 254 (4 %)

Betragt en uordnet liste af n heltal, hvor vi i $O(1)$ tid kan indsætte et nyt heltal, og i $O(n)$ tid kan udføre operationen `NEGATEREMOVE`, som fjerner alle ikke-positive tal ($x \leq 0$) fra listen og erstatter ethvert positivt heltal $y > 0$ med det tilsvarende negative heltal $-y$. $\text{NEGATEREMOVE}(3, -4, -2, 7, 6, -2) = (-3, -7, -6)$.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at både indsættelser og `NEGATEREMOVE` tager amortiseret $O(1)$ tid, hvor P er antal positive tal i listen og N er antal ikke-positive tal i listen.

	Ja	Nej	
N	☐ A	☐ B	254.1
P	☐ A	☐ B	254.2
$2N + P$	☐ A	☐ B	254.3
$N + P$	☐ A	☐ B	254.4
$N + 2P$	☐ A	☐ B	254.5
$P + N/2$	☐ A	☐ B	254.6

Opgave 255 (4 %)

Betragt et rød-sort søgetræ udvidet med operation `INSERTCUT`(x), som indsætter elementet x i søgetræet og sletter alle elementer der er mindre end x fra søgetræet. Hvis indsættelsen sletter k elementer, så tager dette worst-case $O((k + 1) \log n)$ tid, hvor n er antal elementer i træet før `INSERTCUT` udføres.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at `INSERTCUT` tager amortiseret $O(\log n)$.

	Ja	Nej	
$\log n$	☐ A	☐ B	255.1
$n \cdot \log n$	☐ A	☐ B	255.2
n	☐ A	☐ B	255.3
$\sum_{i=1}^n \log i$	☐ A	☐ B	255.4
$k \cdot \log n$	☐ A	☐ B	255.5

Opgave 256 (4 %)

Antag vi ønsker at gemme en mængde af n tal vha. hashing med linear probing i et array af størrelse N . Vi garanterer at arrayet altid er mellem $1/4$ og $3/4$ fyldt. Hvis der bliver færre end $N/4$ eller flere end $3N/4$ tal i mængden genindsætter vi alle tal i et nyt array af størrelse $2n$, dvs. det nye array er $1/2$ fyldt.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at det totale antal genindsættelser i hashtabellerne er amortiseret $O(1)$ per indsættelse og slettelse i mængden.

	Ja	Nej	
$ 2n - N $	☐ A	☐ B	256.1
$\min(n, N - n)$	☐ A	☐ B	256.2
$N - n$	☐ A	☐ B	256.3
$4 N/2 - n $	☐ A	☐ B	256.4
N	☐ A	☐ B	256.5
$N/2 - \min(n, N - n)$	☐ A	☐ B	256.6

Opgave 257 (4 %)

En binær max-heap understøtter INSERT og HEAP-EXTRACT-MAX på en max-heap med n elementer i worst-case $O(\log n)$ tid.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at INSERT tager amortiseret $O(\log n)$ tid og HEAP-EXTRACT-MAX tager amortiseret $O(1)$ tid.

	Ja	Nej	
$n \cdot \log n$	☐ A	☐ B	257.1
$\sum_{i=1}^n \log i$	☐ A	☐ B	257.2
n	☐ A	☐ B	257.3
$\log n$	☐ A	☐ B	257.4
$(\log n)^2$	☐ A	☐ B	257.5

Opgave 258 (4 %)

Betragt en binær max-heap implementeret i et array. Overløb håndteres ved at allokere et nyt array af dobbelt størrelse og kopiere indholdet af det gamle array til det nye array. Lad den aktuelle størrelse af arrayet være N og antallet af elementer i heapen n .

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at INSERT og HEAP-EXTRACT-MAX kræver amortiseret $O(\log n)$ tid.

	Ja	Nej	
n	☐ A	☐ B	258.1
$ 2n - N $	☐ A	☐ B	258.2
$\max(0, 2n - N)$	☐ A	☐ B	258.3
$N - 2n$	☐ A	☐ B	258.4
$\log n$	☐ A	☐ B	258.5
$\log(N/n)$	☐ A	☐ B	258.6

Opgave 259 (4 %)

Betragt en stak implementeret i et array, hvor overløb håndteres ved at allokere et nyt større array og kopiere indholdet af det gamle array til det nye array. Angiv den amortiserede tid for en PUSH operation, når det nye array har nedenstående størrelse N og n er antal elementer på stakken før PUSH operationen.

	$O(1)$	$O(\log n)$	$O(\sqrt{n})$	$O(n)$	
$N = n + 1$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	259.1
$N = n + \lceil \sqrt{n} \rceil$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	259.2
$N = \lceil \frac{3}{2}n \rceil$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	259.3
$N = 2n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	259.4
$N = 3n$	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	259.5

Opgave 260 (4 %)

En binær max-heap understøtter MAX-HEAP-INSERT og HEAP-EXTRACT-MAX i worst-case tid $O(\log n)$, hvor n er antal elementer i heapen. Vi vil nu understøtte operationen DELETE, der givet en pointer til et element i heapen, sletter elementet fra heapen. Vi implementerer DELETE ved blot at markere elementet som slettet i worst-case $O(1)$ tid. Når vi udfører HEAP-EXTRACT-MAX gentager vi denne indtil det første ikke-markerede element bliver returneret. Dvs. hvis HEAP-EXTRACT-MAX sletter D markerede elementer bliver worst-case tiden $O((D+1) \log N)$, hvor N er antallet af markerede og ikke-markerede elementer i heapen.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at operationerne MAX-HEAP-INSERT, DELETE, og HEAP-EXTRACT-MAX tager amortiseret $O(\log N)$ tid, hvor M betegner antallet af markerede elementer i heapen.

	Ja	Nej	
N	☐ A	☐ B	260.1
M	☐ A	☐ B	260.2
$N \cdot \log N$	☐ A	☐ B	260.3
$M \cdot \log N$	☐ A	☐ B	260.4
$N \cdot \log M$	☐ A	☐ B	260.5
$M \cdot \log M$	☐ A	☐ B	260.6

Opgave 261 (4 %)

En binær max-heap understøtter INSERT og HEAP-EXTRACT-MAX på en heap med n elementer i worst-case $O(\log n)$ tid. Bemærk den samme værdi kan være indsat flere gange i en max-heap. Vi ønsker nu at ændre HEAP-EXTRACT-MAX, således at den fjerner alle forekomster af maximum værdien fra heapen, d.v.s. den oprindelige HEAP-EXTRACT-MAX operation gentages indtil roden indeholder en mindre værdi eller at heapen er tom. Hvis maximum forekommer m gange i heapen, så vil HEAP-EXTRACT-MAX operationen tage worst-case $O(m \log n)$ tid.

Angiv for hver af nedenstående funktioner om det er en potentialefunktion, hvormed man kan argumentere for at operationerne INSERT og HEAP-EXTRACT-MAX tager amortiseret $O(\log n)$ tid. Antal elementer i heapen betegnes n og antallet af forskellige elementer i heapen N , hvor $N \leq n$.

	Ja	Nej	
n	☐ A	☐ B	261.1
N	☐ A	☐ B	261.2
$n - N$	☐ A	☐ B	261.3
$n \cdot \log n$	☐ A	☐ B	261.4
$N \cdot \log n$	☐ A	☐ B	261.5
$(n - N) \cdot \log n$	☐ A	☐ B	261.6

Invarianter

Opgave 262 (4 %)

Givet to ikke-negative heltal n og m , så beregner nedenstående algoritme $n \cdot m$.

```

Algorithm Multiplication( $n, m$ )
Input   :  $n \geq 0 \wedge m \geq 0$ 
Output  :  $r = n_0 \cdot m_0$ 
Method  :  $r \leftarrow 0$ 
        { $I$ } while  $n > 0$  do
            if  $n$  is odd then
                 $r \leftarrow r + m$ 
                 $n \leftarrow n - 1$ 
            else
                 $m \leftarrow m * 2$ 
                 $n \leftarrow n / 2$ 

```

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Multiplication, hvor n_0 og m_0 angiver værdierne for henholdsvis n og m i starten.

	Ja	Nej	
$0 \leq n \leq n_0$	☐ A	☐ B	262.1
$0 \leq m \leq m_0$	☐ A	☐ B	262.2
$r = m \cdot n$	☐ A	☐ B	262.3
$n_0 \cdot m_0 = r + n \cdot m$	☐ A	☐ B	262.4
$n_0 \cdot m_0 + r = n \cdot m$	☐ A	☐ B	262.5

Opgave 263 (4 %)

Givet positive heltal x og y , så beregner nedenstående algoritme x^y .

Algorithm Power(x, y)
 Input : $x \geq 1 \wedge y \geq 1$
 Output : $r = x^y$
 Method : $r \leftarrow 1$
 $\{I\}$ **while** $y \geq 1$ **do**
 if y is odd **then**
 $y \leftarrow y - 1$
 $r \leftarrow r * x$
 else
 $y \leftarrow y/2$
 $x \leftarrow x * x$

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Power, hvor x_0 og y_0 angiver start værdierne for x og y .

	Ja	Nej	
$r = x^y$	☐ A	☐ B	263.1
$r = x_0^{y_0}$	☐ A	☐ B	263.2
$r = x_0^{y_0 - y}$	☐ A	☐ B	263.3
$x_0^{y_0} = r \cdot x^y$	☐ A	☐ B	263.4
$x^y = r \cdot x_0^{y_0}$	☐ A	☐ B	263.5

Opgave 264 (4 %)

Givet et positivt heltal n , så beregner nedenstående algoritme n^2 .

Algorithm Square(n)
 Input : $n \geq 1$
 Output : $r = n^2$
 Method : $r \leftarrow 0$
 $i \leftarrow 0$
 $\{I\}$ **while** $i < n$ **do**
 $i \leftarrow i + 1$
 $r \leftarrow r + i$
 $r \leftarrow 2 * r - n$

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Square.

	Ja	Nej	
$i \geq 0 \wedge r = i^2$	☐ A	☐ B	264.1
$0 \leq i \leq n$	☐ A	☐ B	264.2
$i \geq 0 \wedge r = i(i+1)/2$	☐ A	☐ B	264.3
$r \geq i \geq 0$	☐ A	☐ B	264.4
$0 \leq r \leq n$	☐ A	☐ B	264.5

Opgave 265 (4 %)

Givet et array $A[1..n]$ indeholdende $n \geq 1$ heltal og et heltal x , så beregner nedenstående algoritme antallet af forekomster af x i A , dvs. $\text{count}(x, A) = |\{i \mid 1 \leq i \leq n \wedge A[i] = x\}|$.

```

Algorithm Count( $x, A$ )
Input   :  $x \wedge A[1..n] \wedge n \geq 1$ 
Output  :  $r = \text{count}(x, A)$ 
Method  :  $i \leftarrow 0$ 
           $r \leftarrow 0$ 
          {I} while  $i < n$  do
               $i \leftarrow i + 1$ 
              if  $x = A[i]$  then
                   $r \leftarrow r + 1$ 

```

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for ovenstående algoritme Count.

	Ja	Nej	
$i \leq n$	☐ A	☐ B	265.1
$r = \text{count}(x, A[1..i])$	☐ A	☐ B	265.2
$r = \text{count}(x, A[1..i + 1])$	☐ A	☐ B	265.3
$i < n$	☐ A	☐ B	265.4
$r = 0$	☐ A	☐ B	265.5

Opgave 266 (4 %)

Antag at et sorteret array $A[1..n]$ indeholder $n \geq 2$ forskellige heltal, dvs. $A[1] < A[2] < \dots < A[n-1] < A[n]$. Givet et positivt heltal $x > 0$, identificerer nedenstående algoritme om der findes $1 \leq i < j \leq n$, hvor $x = A[j] - A[i]$.

```

Algorithm FindDiff( $A[1..n], x$ )
Input   :  $x > 0 \wedge A[1..n] \wedge n \geq 2 \wedge A[1] < \dots < A[n]$ 
Output  :  $1 \leq i < j \leq n$ , where  $x = A[j] - A[i]$ ;
          or  $j = n + 1$  if no such pair exists
Method  :  $i \leftarrow 1$ ;
           $j \leftarrow 1$ ;
          {I} while  $j \leq n$  and  $x \neq A[j] - A[i]$  do
              if  $x > A[j] - A[i]$  then
                   $j \leftarrow j + 1$ 
              else
                   $i \leftarrow i + 1$ 

```

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen FindDiff.

	Ja	Nej	
$i \leq j$	☐ A	☐ B	266.1
$1 \leq i \leq j \leq n$	☐ A	☐ B	266.2
$x \neq A[j] - A[i]$	☐ A	☐ B	266.3
$\forall 1 \leq i' < j' \leq n : (i' \geq i \vee j' \geq j) \Rightarrow x \neq A[j'] - A[i']$	☐ A	☐ B	266.4
$\forall 1 \leq i' < j' \leq n : (i' < i \vee j' < j) \Rightarrow x \neq A[j'] - A[i']$	☐ A	☐ B	266.5

Opgave 267 (4 %)

Lad $\|x\|$ betegne antal bit med værdien 1 i den binære repræsentation af et ikke-negativt heltal x , f.eks. $\|14_{10}\| = \|1110_2\| = 3$. Nedenstående algoritme beregner $\|x\|$.

```

Algorithm Bits( $x$ )
Input   :  $x \geq 0$ 
Output  :  $r = \|x\|$ 
Method :  $r \leftarrow 0$ ;
        {I} while  $x > 0$  do
            if  $x$  is odd then
                 $x \leftarrow x - 1$ ;
                 $r \leftarrow r + 1$ 
             $x \leftarrow x/2$ 
    
```

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Bits, hvor x_0 angiver den initielle værdi af x .

	Ja	Nej	
$r = \ x\ $	☐ A	☐ B	267.1
$r + \ x\ = \ x_0\ $	☐ A	☐ B	267.2
$r + \ x_0\ = \ x\ $	☐ A	☐ B	267.3
$r + \ x\ \leq x_0$	☐ A	☐ B	267.4
$\ x\ + 2^r = x_0$	☐ A	☐ B	267.5

Opgave 268 (4 %)

Nedenstående algoritme beregner den heltallige 2-tals-logaritme af n , dvs. $\text{intlog}(n) = \lfloor \log_2 n \rfloor$.

Algorithm Log2(n)
 Input : $n \geq 2$
 Output : $r = \text{intlog}(n) = \lfloor \log_2 n \rfloor$
 Method : $i \leftarrow 1$;
 $r \leftarrow 1$;
 $p \leftarrow 2$;
 $\{I\}$ **while** $2p \leq n$ **do**
 if $p * p \leq n$ **then**
 $p \leftarrow p * p$;
 $r \leftarrow 2 * r$
 else
 $p \leftarrow 2 * p$;
 $r \leftarrow r + 1$

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Log2.

	Ja	Nej	
$1 \leq r < p$	☐ A	☐ B	268.1
$2p \leq n$	☐ A	☐ B	268.2
$p = 2^r$	☐ A	☐ B	268.3
$p = 2r$	☐ A	☐ B	268.4
$p = 2^{\text{intlog}(p)}$	☐ A	☐ B	268.5

Opgave 269 (4 %)

Antag at et array $A[1..n-1]$ indeholder $n-1$ forskellige tal fra mængden $\{1, 2, 3, \dots, n\}$, hvor $n \geq 2$. Nedenstående algoritme Missing identificerer det element $r \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$ som ikke er i A .

Algorithm Missing($A[1..n-1]$)

Input : $A[1..n-1] \wedge n \geq 2 \wedge A[i] \in \{1, 2, \dots, n\} \wedge A[i] \neq A[j]$ for $1 \leq i < j < n$

Output : $r \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \setminus A$

Method : $i \leftarrow 1$;
 $x \leftarrow 1$;
 $y \leftarrow A[1]$;
{I} while $i < n-1$ **do**
 $i \leftarrow i + 1$;
 $x \leftarrow x + i$;
 $y \leftarrow y + A[i]$
 $r \leftarrow n + x - y$

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Missing.

	Ja	Nej	
$1 \leq i \leq n-1$	☐ A	☐ B	269.1
$y = x - i + A[i]$	☐ A	☐ B	269.2
$x = i(i+1)/2$	☐ A	☐ B	269.3
$y = \sum_{j=1}^i A[j]$	☐ A	☐ B	269.4
$i = i + 1$	☐ A	☐ B	269.5

Opgave 270 (4 %)

Antag at et array $A[1..n]$ indeholder $n \geq 1$ heltal. Positionen i i A siges at være *dominerende* hvis $A[i] > A[j]$ for alle $1 \leq j < i$. Lad $\text{dom}(A)$ angive antal dominerende positioner i i A , hvor $1 \leq i \leq n$. Nedenstående algoritme til venstre beregner $\text{dom}(A)$.

```

Algorithm Domination( $A$ )
Input   : Array  $A[1..n] \wedge n \geq 1$ 
Output  :  $r = \text{dom}(A)$ 
Method :  $i \leftarrow 1$ ;
          $x \leftarrow A[1]$ ;
          $r \leftarrow 1$ ;
         { $I$ } while  $i < n$  do
              $i \leftarrow i + 1$ ;
             if  $A[i] > x$  then
                  $x \leftarrow A[i]$ ;
                  $r \leftarrow r + 1$ 

```

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen.

	Ja	Nej	
$1 \leq i < n$	☐ A	☐ B	270.1
$x = A[i]$	☐ A	☐ B	270.2
$x \geq A[i]$	☐ A	☐ B	270.3
$r = \text{dom}(A[1..n])$	☐ A	☐ B	270.4
$r = \text{dom}(A[1..i])$	☐ A	☐ B	270.5

Opgave 271 (4 %)

Antag $A[1..n]$ er et sorteret array med n forskellige positive heltal. Lad $\text{squares}(A)$ angive antal $A[i]$ hvor $A[i]^2$ også forekommer i A . F.eks. er $\text{squares}(1, 3, 4, 7, 9, 16) = 3$, da $1^2 = 1$, $3^2 = 9$ og $4^2 = 16$. Nedenstående algoritme Squares beregner $\text{squares}(A)$.

Algorithm Squares($A[1..n]$)
 Input : Array $A[1..n] \wedge 0 < A[1] < A[2] < \dots < A[n]$
 Output : $r = \text{squares}(A)$
 Method : $i \leftarrow 1$;
 $j \leftarrow 1$;
 $r \leftarrow 0$;
 { I } **while** $j \leq n$ **do**
 if $A[i]^2 < A[j]$ **then**
 $i \leftarrow i + 1$
 else if $A[i]^2 = A[j]$ **then**
 $i \leftarrow i + 1$; $j \leftarrow j + 1$; $r \leftarrow r + 1$
 else if $A[i]^2 > A[j]$ **then**
 $j \leftarrow j + 1$

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for ovenstående algoritme Squares. Det antages at $A[0] = 0$ og $A[n+1] = +\infty$.

	Ja	Nej	
$1 \leq i \leq j \leq n$	☐ A	☐ B	271.1
$i \leq j$	☐ A	☐ B	271.2
$A[i-1]^2 < A[j] \wedge r = \text{squares}(A[1..j])$	☐ A	☐ B	271.3
$A[i-1]^2 < A[j] \wedge r = \text{squares}(A[1..j-1])$	☐ A	☐ B	271.4
$r = j - 1$	☐ A	☐ B	271.5

Opgave 272 (4 %)

Givet et positivt heltal n , så beregner nedenstående algoritme n^3 .

Algorithm Power3(n)
 Input : $n \geq 1$
 Output : $r = n^3$
 Method : $i \leftarrow 1$
 $s \leftarrow 1$
 $r \leftarrow 1$
 { I } **while** $i < n$ **do**
 $i \leftarrow i + 1$
 $s \leftarrow s + 2i - 1$
 $r \leftarrow r + 3s - 3i + 1$

For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Power3.

	Ja	Nej	
$1 \leq i < n$	☐ A	☐ B	272.1
$1 \leq i \leq s \leq r$	☐ A	☐ B	272.2
$r = i^3$	☐ A	☐ B	272.3
$r = n^3$	☐ A	☐ B	272.4
$s = s + 2i - 1$	☐ A	☐ B	272.5

Opgave 273 (4 %)

Givet et ikke-negativt heltal x og et positive heltal y , så beregner nedenstående algoritme $\lfloor x/y \rfloor$.

Algorithm Division(x, y)
 Input : $x \geq 0 \wedge y \geq 1$
 Output : $r = \lfloor x/y \rfloor$
 Method : $r \leftarrow 0$
 { I } **while** $x \geq y$ **do**
 $x \leftarrow x - y$
 $r \leftarrow r + 1$

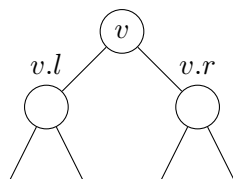
For hvert af følgende udsagn, angiv om det er en invariant I for algoritmen Division, hvor x_0 og y_0 angiver værdierne for henholdsvis x og y i starten.

	Ja	Nej	
$r = \lfloor x/y \rfloor$	☐ A	☐ B	273.1
$r = \lfloor x_0/y_0 \rfloor$	☐ A	☐ B	273.2
$r = \lfloor (x_0 - x)/y \rfloor$	☐ A	☐ B	273.3
$x + ry = x_0$	☐ A	☐ B	273.4
$r(x - x_0) = y$	☐ A	☐ B	273.5

Udvidede søgetræer

Opgave 274 (4 %)

Betragt et rød-sort træ hvor hver knude gemmer et par af heltal (*element*, *vægt*), og parrene er sorteret fra venstre-mod-højre efter stigende *element* værdi. For en knude v i træet lader vi $v.e$ og $v.w$ betegne parret (e, w) gemt i knuden. Desuden gemmer v værdien $v.W$ som er summen af vægtene i alle knuder i v 's undertræ, og $v.prefix$ som er den maksimale sum af vægtene et *præfix* af parrene i v 's undertræ kan have (når parrene sorteres efter *element* værdi). Angiv hvorledes $v.prefix$ kan beregnes når den tilsvarende information er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.prefix = \max(v.l.prefix, v.l.W + v.w, v.l.prefix + v.w + v.r.prefix) \quad \boxed{\text{A}}$$

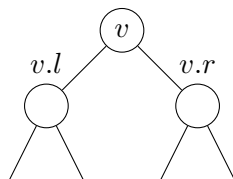
$$v.prefix = \max(v.l.prefix, v.l.W + v.w, v.l.W + v.w + v.r.prefix) \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.prefix = \max(v.l.prefix, v.W + v.r.prefix) \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.prefix = \max(v.l.W, v.l.W + v.w, v.l.W + v.w + v.r.W) \quad \boxed{\text{D}}$$

Opgave 275 (4 %)

Et interval træ er et rød-sort træ hvor hver knude gemmer præcis ét interval (*low*, *high*), og intervallerne er sorteret fra venstre-mod-højre efter stigende *low* værdi. For en knude v i træet ladet vi $v.low$ og $v.high$ betegne endepunkterne på intervallet gemt i knuden. Desuden gemmer v værdien $v.max$ som er den maksimale værdi i et interval gemt i v 's undertræ. Angiv hvorledes $v.max$ kan beregnes når den tilsvarende information er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.max = v.r.max \quad \boxed{\text{A}}$$

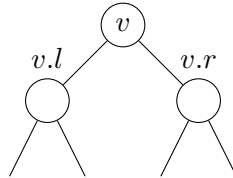
$$v.max = \max(v.r.max, v.high) \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.max = \max(v.r.max, v.l.max, v.high) \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.max = \max(v.l.high, v.high, v.r.high) \quad \boxed{\text{D}}$$

Opgave 276 (4 %)

Betragt et søgetræ hvor hver knude v gemmer et tal $v.x$, og knuderne er ordnet venstre-mod-højre efter stigende $v.x$. Derudover gemmes i en knude v to værdier $v.size$ og $v.avg$, som er henholdsvis antallet af elementer i v 's undertræ og gennemsnittet af alle tallene i v 's undertræ. Angiv hvorledes $v.size$ og $v.avg$ kan beregnes når den tilsvarende information er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.size = v.size + v.l.size + v.r.size \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.size = 1 + v.l.size + v.r.size \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.size = v.l.size + v.r.size \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.size = 1 + (v.r.size - v.l.size) \quad \boxed{\text{D}}$$

$$v.avg = (v.x + v.l.avg + v.r.avg)/3 \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.avg = (v.x + v.l.avg * v.l.size + v.r.avg * v.r.size)/v.size \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.avg = (v.x + v.l.avg + v.r.avg)/v.size \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.avg = v.x + (v.l.avg + v.r.avg)/2 \quad \boxed{\text{D}}$$

Opgave 277 (4 %)

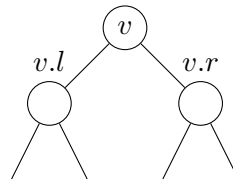
Betragt en liste af n punkter $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, hvor x_i og y_i er reelle tal og $x_1 < x_2 < \dots < x_n$. Vi ønsker at finde en sammenhængende række af punkter

$$(x_i, y_i), (x_{i+1}, y_{i+1}), \dots, (x_{j-1}, y_{j-1}), (x_j, y_j),$$

hvor $i \leq j$, således at $Y_{i,j} = \sum_{k=i}^j y_k = y_i + y_{i+1} + \dots + y_{j-1} + y_j$ er størst mulig. Vi ønsker for en dynamisk liste af punkter at vedligeholde denne maksimale sammenhængende y -sum, $maxysum$.

Betragt et søgetræ hvor hver knude v gemmer et punkt $(v.x, v.y)$, og knuderne er ordnet venstre-mod-højre efter stigende $v.x$. Derudover gemmes i en knude v , der i undertræet indeholder punkterne $(x_k, y_k), \dots, (x_\ell, y_\ell)$ fire værdier $v.sum = Y_{k,\ell}$, $v.maxysum = \max_{k \leq i \leq j \leq \ell} Y_{i,j}$, $v.pre = \max\{0, \max_{k \leq j \leq \ell} Y_{k,j}\}$, og $v.suf = \max\{0, \max_{k \leq i \leq \ell} Y_{i,\ell}\}$.

Angiv hvorledes $v.sum$ og $v.maxysum$ kan beregnes når den tilsvarende information (incl. pre og suf) er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.sum = v.l.sum + v.r.sum \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.sum = v.l.sum + v.y + v.r.sum \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.sum = v.l.suf + v.r.pre \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.sum = v.l.suf + v.y + v.r.pre \quad \boxed{\text{D}}$$

$$v.maxysum = \max\{v.l.maxysum, v.r.maxysum\} \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.maxysum = \max\{v.l.maxysum, v.y, v.r.maxysum\} \quad \boxed{\text{B}}$$

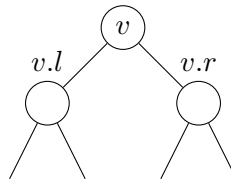
$$v.maxysum = \max\{v.l.maxysum, v.l.suf + v.y + v.r.pre, v.r.maxysum\} \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.maxysum = \max\{v.l.maxysum, v.l.suf + v.r.pre, v.r.maxysum\} \quad \boxed{\text{D}}$$

Opgave 278 (4 %)

Betragt en liste af n punkter $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, hvor x_i og y_i er reelle tal og $x_1 < x_2 < \dots < x_n$. Et punkt (x_i, y_i) er domineret af et punkt (x_j, y_j) hvis $x_i \leq x_j$ og $y_i \leq y_j$. En liste af punkter er *dominans-fri* hvis og kun hvis intet punkt i listen er domineret af et andet punkt. F.eks. er listen $(3, 7), (5, 3), (7, 6), (13, 4)$ *ikke* dominans-fri, da $(5, 3)$ er domineret af $(13, 4)$. Vi ønsker for en dynamisk liste af punkter at vedligeholde udsagnet om listen er dominans-fri.

Betragt et søgetræ hvor hver knude v gemmer et punkt $(v.x, v.y)$, og knuderne er ordnet venstre-mod-højre efter stigende $v.x$. Derudover gemmes i v også $v.DF$ og $v.miny$ og $v.maxy$, hvor $v.DF$ er sand hvis og kun hvis mængden af punkterne i v 's undertræ er dominans-fri, og $v.miny$ og $v.maxy$ er den mindste og største y værdi gemt i v 's undertræ. Angiv hvorledes $v.miny$ og $v.DF$ kan beregnes når den tilsvarende information (incl. $maxy$) er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.miny = v.l.miny \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.miny = \min\{v.l.miny, v.r.miny\} \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.miny = \min\{v.l.miny, v.y, v.r.miny\} \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.DF = v.l.DF \wedge v.r.DF \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.DF = v.l.DF \wedge v.r.DF \wedge v.y < v.l.miny \wedge v.y > v.r.maxy \quad \boxed{\text{B}}$$

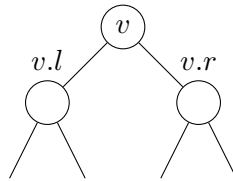
$$v.DF = v.l.DF \wedge v.r.DF \wedge v.y > v.l.miny \wedge v.y < v.r.maxy \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.DF = v.l.DF \wedge v.r.DF \wedge v.y < v.l.miny \quad \boxed{\text{D}}$$

Opgave 279 (4 %)

Betragt en liste af n par $(x_1, c_1), \dots, (x_n, c_n)$, hvor $x_1 < x_2 < \dots < x_n$ er reelle tal og hvert $c_i \in \{\text{Red}, \text{Green}, \text{Blue}\}$ er en farve.

Betragt et søgetræ hvor hver knude v gemmer et par $(v.x, v.c)$, og knuderne er ordnet venstre-mod-højre efter stigende $v.x$. Derudover gemmes i en knude v , en sandhendsværdi $v.mono$, der angiver om alle elementer i v 's undertræ har samme farve, og mængden $v.missing$ af de farver der *ikke* forekommer i v 's undertræ. Angiv hvorledes $v.mono$ og $v.missing$ kan beregnes når den tilsvarende information er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.mono = v.l.mono \wedge v.r.mono \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.mono = v.l.mono \wedge v.r.mono \wedge v.l.c = v.r.c \wedge v.c = v.r.c \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.mono = v.l.mono \wedge v.r.mono \wedge v.l.c = v.r.c \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.mono = v.l.mono \wedge v.r.mono \wedge v.mono \quad \boxed{\text{D}}$$

$$v.missing = v.l.missing \cup v.r.missing \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.missing = v.l.missing \cap v.r.missing \quad \boxed{\text{B}}$$

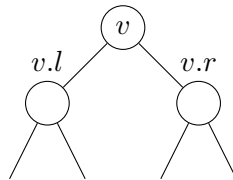
$$v.missing = \{v.c\} \cup v.l.missing \cup v.r.missing \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.missing = (v.l.missing \cap v.r.missing) \setminus \{v.c\} \quad \boxed{\text{D}}$$

Opgave 280 (4 %)

Givet en streng T indeholdende bogstaver og start- og slut-parenteser (og), antages at alle positionerne med parenteser er gemt i et søgetræ, sorteret fra venstre-mod-højre efter stigende position. En knude v gemmer en position $v.p$ og den tilhørende parentes $v.c = T[v.p]$ fra T . For $T = \text{"a)b(cd(x)dc(a"}$ gemmes i træet $\langle v.p, v.c \rangle$ parrene $\langle 2, \rangle \rangle$, $\langle 4, (\rangle$, $\langle 7, (\rangle$, $\langle 9, \rangle \rangle$ og $\langle 12, (\rangle$.

Vi ønsker at vedligeholde information om parenteserne er balancerede. I ovenstående eksempel er parenteserne “) (() (” ikke balancerede, da kun de markerede parenteser går ud mod hinanden. De restende parenteser “) ((” vil altid være R)-parenteser efterfulgt af L (-parenteser, hvor $R \geq 0$ og $L \geq 0$. I eksemplet har vi $R = 1$ og $L = 2$. I en knude v i træet gemmes disse værdier $v.R$ og $v.L$ for delsekvensen af parenteserne i v 's undertræ. Angiv hvorledes $v.R$ kan beregnes når $v.c =)$ og R og L værdierne er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.R = v.l.R + 1 + v.r.R \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.R = v.l.R + v.r.R + 1 - v.l.L \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.R = v.l.R + \max\{0, v.r.R + 1 - v.l.L\} \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.R = v.l.R + 1 + \max\{0, v.r.R - v.l.L\} \quad \boxed{\text{D}}$$

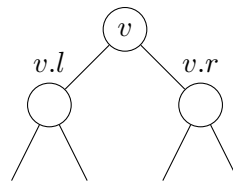
Opgave 281 (4 %)

For n tal $x_1, \dots, x_n$ ønsker vi at beregne koefficienterne a og b til polynomiet

$$P(y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y)^2 = n \cdot y^2 + a \cdot y + b .$$

F.eks. for $x_1 = 2$, $x_2 = 3$, og $x_3 = 5$, har vi polynomiet $P(y) = (2-y)^2 + (3-y)^2 + (5-y)^2 = 3y^2 - 20y + 38$, dvs. $a = -20$ og $b = 38$.

Betragt et søgetræ hvor hver knude v gemmer et tal $v.x$, og knuderne er ordnet venstre-mod-højre efter stigende $v.x$. Derudover gemmes i en knude v to værdier $v.a$ og $v.b$, som er a og b koefficienterne for $P(y)$ polynomiet defineret ved alle x værdierne i v 's undertræ. Angiv hvorledes $v.a$ og $v.b$ kan beregnes når den tilsvarende information er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.a = v.l.a + v.r.a + v.x \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.a = v.l.a + v.r.a - 2 * v.x \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.a = v.l.a * v.r.a * (v.x)^2 \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.a = v.l.a + v.r.a + (v.x)^2 \quad \boxed{\text{D}}$$

$$v.b = v.l.b + v.r.b + v.x \quad \boxed{\text{A}}$$

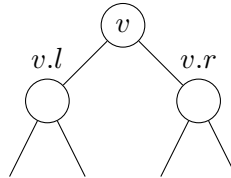
$$v.b = v.l.b + v.r.b + (v.x)^2 \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.b = v.l.b + v.r.b - 2 * v.x \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.b = v.l.b + v.r.b + 2 * v.x \quad \boxed{\text{D}}$$

Opgave 282 (4 %)

Betragt et søgetræ hvor hver knude v gemmer et tal $v.x$, og knuderne er ordnet venstre-mod-højre efter stigende $v.x$. Derudover gemmes i en knude v tre værdier $v.min$, $v.max$, og $v.closest$. Værdierne $v.min$ og $v.max$ er henholdsvis det mindst og største tal i v 's undertræ, og $v.closest$ den mindste difference mellem to tal i v 's undertræ. Hvis v 's undertræ kun indeholder et tal er $v.closest = +\infty$. Angiv hvorledes $v.closest$ kan beregnes når min , max og $closest$ værdierne er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.closest = \min(v.l.closest, v.r.x - v.l.x, v.r.closest) \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.closest = \min(v.l.closest, v.x - v.l.min, v.r.max - v.x, v.r.closest) \quad \boxed{\text{B}}$$

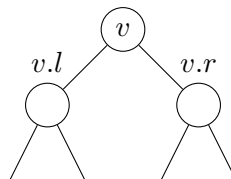
$$v.closest = \min(v.l.closest, v.x - v.l.max, v.r.min - v.x, v.r.closest) \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.closest = \min(v.l.closest, v.r.min - v.l.max, v.r.closest) \quad \boxed{\text{D}}$$

$$v.closest = v.r.closest - v.l.closest \quad \boxed{\text{E}}$$

Opgave 283 (4 %)

For en sorteret liste af tal $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ definerer vi *sum of square gaps* (ssg) som $\sum_{i=2..n} (x_i - x_{i-1})^2$. Betrakt et rød-sort træ hvor hver knude v gemmer et heltal $v.x$, og knuderne er ordnet venstre-mod-højre efter stigende $v.x$. Desuden gemmer v værdierne $v.min$, $v.max$ og $v.ssg$, som er hhv. det mindste, største og *sum of square gaps* af elementerne i undertræet rodet i v . Angiv hvorledes $v.ssg$ kan beregnes når $v.min$, $v.max$ og $v.ssg$ er kendt ved de to børn $v.l$ og $v.r$ (det kan antages at disse begge eksisterer).



$$v.ssg = v.l.ssg + v.r.ssg \quad \boxed{\text{A}}$$

$$v.ssg = v.l.ssg + (v.r.min - v.l.max)^2 + v.r.ssg \quad \boxed{\text{B}}$$

$$v.ssg = v.l.ssg + (v.x - v.l.max)^2 + (v.x - v.r.min)^2 + v.r.ssg \quad \boxed{\text{C}}$$

$$v.ssg = v.l.ssg + (v.r.x - v.l.x)^2 + v.r.ssg \quad \boxed{\text{D}}$$

$$v.ssg = v.l.ssg + (v.x - v.l.x)^2 + (v.x - v.r.x)^2 + v.r.ssg \quad \boxed{\text{E}}$$

Diverse spørgsmål

Opgave 284 (4 %)

Angiv for hver af følgende algoritmer best-case, worst-case og forventet køretid på input af størrelse n , hvor input kan indeholde identiske elementer.

	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(2^n)$	
Worst-case tid for INSERTION-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.1
Worst-case tid for MERGE-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.2
Worst-case tid for HEAPSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.3
Worst-case tid for QUICKSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.4
Best-case tid for INSERTION-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.5
Best-case tid for MERGE-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.6
Best-case tid for HEAPSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.7
Best-case tid for QUICKSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.8
Forventet tid for INSERTION-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.9
Forventet tid for MERGE-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.10
Forventet tid for HEAPSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.11
Forventet tid for QUICKSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	284.12

Opgave 285 (4 %)

Angiv worst-case tiden for HEAPSORT på et array med n identiske elementer.

$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n\sqrt{n})$	$\Theta(n^2)$
☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E

Opgave 286 (4 %)

Angiv hvor mange gange det *største element* i et array med n elementer i worst-case kan blive sammenlignet med andre elementer under udførslen af MERGE-SORT.

$\Theta(1)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$
☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E

Opgave 287 (4 %)

Givet et sorteret array $A[1..n]$ ($A[1] < A[2] < \dots < A[n]$) og et element x , så ønsker vi at finde indekset ℓ således at $A[\ell] \leq x < A[\ell + 1]$. Det antages at $A[1] \leq x < A[n]$. Hvilken af følgende algoritmer er korrekt (kun linierne 2 og 4 varierer i algoritmerne).

```

 $\ell = 1, h = n + 1$ 
while  $\ell < h$ 
     $m = \lfloor (h + \ell) / 2 \rfloor$ 
    if  $A[m] > x$ 
         $\ell = m$ 
    else
         $h = m$ 

```

☐ A

```

 $\ell = 1, h = n + 1$ 
while  $\ell + 1 < h$ 
     $m = \lfloor (h + \ell) / 2 \rfloor$ 
    if  $A[m] > x$ 
         $\ell = m$ 
    else
         $h = m$ 

```

☐ B

```

 $\ell = 1, h = n + 1$ 
while  $\ell < h$ 
     $m = \lfloor (h + \ell) / 2 \rfloor$ 
    if  $A[m] \leq x$ 
         $\ell = m$ 
    else
         $h = m$ 

```

☐ C

```

 $\ell = 1, h = n + 1$ 
while  $\ell + 1 < h$ 
     $m = \lfloor (h + \ell) / 2 \rfloor$ 
    if  $A[m] \leq x$ 
         $\ell = m$ 
    else
         $h = m$ 

```

☐ D

Opgave 288 (4 %)

Strassens algoritme til multiplikation af kvadratiske $n \times n$ matricer er en del-og-kombiner algoritme. Angiv hvilken rekursionsligning der beskriver udførselstiden af Strassen's algoritme

$$T(n) \leq 7 \cdot T(n/2) + c \cdot n \quad \text{A}$$

$$T(n) \leq 7 \cdot T(n/4) + c \cdot n^2 \quad \text{B}$$

$$T(n) \leq 7 \cdot T(n/2) + c \cdot n^2 \quad \text{C}$$

$$T(n) \leq 7 \cdot T(n/2) + c \cdot n^3 \quad \text{D}$$

Opgave 289 (4 %)

Angiv worst-case udførselstiden for hver af følgende algoritmer når input er et array af størrelse n .

	$\Theta(1)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^3)$	
BINARY-SEARCH	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	289.1
INSERTION-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	289.2
MERGE-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	289.3
HEAPSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	289.4
QUICKSORT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	289.5
PARTITION	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G	289.6

Opgave 290 (4 %)

Givet et array af størrelse n indeholdende tallene $1, 2, \dots, n$ i voksende rækkefølge, hvad er worst-case tiden for følgende sorteringsalgoritmer, når de anvendes på arrayet?

	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	
INSERTION-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	290.1
HEAPSORT	☐ A	☐ B	☐ C	290.2
MERGE-SORT	☐ A	☐ B	☐ C	290.3
QUICKSORT	☐ A	☐ B	☐ C	290.4

Opgave 291 (4 %)

Selektionsalgoritmen til at finde det *ite* mindste element i et ikke-sorteret list i worst-case tid $O(n)$ [CLRS, kapitel 9.3], deler input op i grupper af 5 elementer, finder rekursivt medianen af gruppernes medianer, bruger det fundne element som pivot til en opdeling, og kalder rekursivt på en af de to dele. Udførselstiden kan beskrives ved følgende rekursionsligning (afrunding ignoreres):

$$T(n) = T(n/5) + T(7n/10) + c \cdot n$$

Hvad bliver udførselstiden hvis man ændrer grupperne i algoritmen til at have størrelse 3 istedet for 5?

$$\Theta(\log n) \quad \Theta(n) \quad \Theta(n \log n) \quad \Theta(n^2)$$

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

Opgave 292 (4 %)

For en binær max-heap af størrelse n , angiv best-case og worst-case udførselstid for følgende operationer.

	$\Theta(1)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	
INSERT, worst-case	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	292.1
INSERT, best-case	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	292.2
HEAP-EXTRACT-MAX, worst-case	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	292.3
HEAP-EXTRACT-MAX, best-case	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	292.4
BUILD-MAX-HEAP, worst-case	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	292.5
BUILD-MAX-HEAP, best-case	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	292.6

Opgave 293 (4 %)

For QUICKSORT på input af størrelse n , og et givet element e i inputet, hvor mange sammenligninger vil dette element e indgå i under udførslen af QuickSort? Forventet antal sammenligninger er her forventet antal sammenligninger for en tilfældig permutation af input.

	$\Theta(1)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	
Worst-case antal sammenligninger	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	293.1
Best-case antal sammenligninger	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	293.2
Forventet antal sammenligninger	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	293.3

Opgave 294 (4 %)

Hvilke af følgende udsagn er sande for alle binære søgetræer med n elementer.

	Ja	Nej	
Elementet i et blad er altid $\leq$ elementet i roden	☐ A	☐ B	294.1
Elementer med samme dybde i træet er sorteret fra venstre-mod-højre	☐ A	☐ B	294.2
Længste rod-til-blad sti indeholder $O(\log n)$ knuder	☐ A	☐ B	294.3
Det højre barn til en knude med rang r har rang $r + 1$	☐ A	☐ B	294.4
Langs stien fra roden til det største element, er elementerne voksende	☐ A	☐ B	294.5

Opgave 295 (4 %)

Betragt en $n \times n$ matrix M af heltal, hvor alle rækker og søjler er voksende, dvs. $M[i, j] \leq M[i', j']$ for alle $1 \leq i \leq i' \leq n$ og $1 \leq j \leq j' \leq n$.

Hvad er den bedste worst-case tid man kan opnå for at søge efter et heltal i M ?

$O(\log n)$ $O(n)$ $O(n \log n)$ $O(n^2)$ $O(n\sqrt{n})$ $O(\sqrt{n})$ $O((\log n)^2)$

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ G

Opgave 296 (4 %)

Betragt en kø implementeret i et cyklisk array Q , hvor $Q.head$ angiver hovedet af køen og $Q.tail$ er den næste ledige plads i køen (som beskrevet i [CLRS]).

Hvilke af følgende udtryk beregner korrekt størrelsen af køen?

	Ja	Nej	
$Q.tail - Q.head$	☐ A	☐ B	296.1
$ Q.tail - Q.head $	☐ A	☐ B	296.2
$ Q.tail - Q.head \bmod Q.length$	☐ A	☐ B	296.3
$(Q.tail - Q.head + Q.length - 1) \bmod Q.length$	☐ A	☐ B	296.4
$(Q.tail - Q.head + Q.length) \bmod Q.length$	☐ A	☐ B	296.5

Opgave 297 (4 %)

Betragt et vilkårligt binært søgetræ, og lad k være et element i et blad i søgetræet. Lad B være alle elementerne på stien fra roden ned til k , og lad A være alle elementer til venstre for stien, og C alle elementer til højre for stien. Gælder følgende udsagn altid for alle $a \in A$, $b \in B$ og $c \in C$?

	Ja	Nej	
$a \leq b$	☐ A	☐ B	297.1
$b \leq c$	☐ A	☐ B	297.2
$a \leq c$	☐ A	☐ B	297.3

Opgave 298 (4 %)

Givet to søgetræer T_1 og T_2 indeholdende de samme n elementer, så kan T_1 transformeres til T_2 ved en række rotationer. Hvad er worst-case antallet af rotationer der er krævet for at transformere et søgetræ med n elementer til et andet søgetræ T_2 indeholdende de samme n elementer?

$$\Theta(\log n) \quad \Theta(n) \quad \Theta(n \log n) \quad \Theta(n^2)$$

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D

Opgave 299 (4 %)

Angiv for hver af nedenstående summer deres værdi i Θ -notationen. Det antages at n er en potens af to.

	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$	
$\sum_{i=1}^n i = 1 + 2 + 3 + \dots + n$	☐ A	☐ B	☐ C	299.1
$\sum_{i=0}^{\log n} 2^i = 1 + 2 + 4 + 8 + \dots + n$	☐ A	☐ B	☐ C	299.2
$\sum_{i=1}^{\log n} i \frac{n}{2^i} = 1 \frac{n}{2^1} + 2 \frac{n}{2^2} + 3 \frac{n}{2^3} + \dots + \log n \frac{n}{2^{\log n}}$	☐ A	☐ B	☐ C	299.3
$\sum_{i=1}^n \log i = \log 1 + \log 2 + \log 3 + \dots + \log n$	☐ A	☐ B	☐ C	299.4
$\sum_{i=0}^{\log n} \frac{n}{2^i} = n + \frac{n}{2} + \frac{n}{4} + \frac{n}{8} + \dots + \frac{n}{n}$	☐ A	☐ B	☐ C	299.5

Opgave 300 (4 %)

Betragt varianten af den binære max-heap, hvor hver knude har d børn istedet for to, og hvor $d \geq 2$ er en parameter. Hvad er tiden for INSERT og EXTRACT-MAX udtrykt som funktion af n og d .

	$\Theta(d)$	$\Theta(\log_2 n)$	$\Theta(\log_d n)$	$\Theta(d \log_2 n)$	$\Theta(d \log_d n)$	
INSERT	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	300.1
EXTRACT-MAX	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	300.2

Opgave 301 (4 %)

Betragt en binær max-heap med $n = 2^k - 1$ forskellige elementer, for et heltal $k \geq 1$.

Hvor mange forskellige knuder i max-heapen kan det mindste element være placeret i?

$$1 \quad n \quad k \quad k-1 \quad 2^{k-1} \quad 2^k - 1$$

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F

Opgave 302 (4 %)

Hvor mange gange kaldes RANDOMIZED-PARTITION i RANDOMIZED-SELECT på et array af størrelse n ?

	$\Theta(1)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	
Forventede antal kald	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	302.1
Færrest antal kald (best case)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	302.2
Flest antal kald (worst case)	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	302.3

Opgave 303 (4 %)

Lad v være en knude i et rød-sort søgetræ, og antag der er n elementer i v 's venstre undertræ. Hvor mange elementer kan der så maksimalt være i v 's højre undertræ, dvs. hvor ubalanceret kan en knude v være i et rød-sort søgetræ?

$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n\sqrt{n})$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(2^n)$
☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E

Opgave 304 (4 %)

Antag et array $A[1..n]$ repræsenterer en binær max-heap indeholdende n elementer. Hvor hurtigt kan man konstruere et søgetræ (ikke nødvendigvis balanceret) indeholdende elementerne $A[1..n]$?

$\Theta(\log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$
☐ A	☐ B	☐ C	☐ D

Opgave 305 (4 %)

Antag MERGE-SORT udføres på et input af størrelse n og indeholdende to elementer x og y . Hvad er worst-case antal sammenligninger af x med y under udførelsen af MERGE-SORT?

$\Theta(1)$	$\Theta(\log n)$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \log n)$	$\Theta(n^2)$
☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E

Opgave 306 (4 %)

Antag vi har en orienteret graf med n knuder og positivt vægtede kanter, hvor vi løbende tilføjer yderligere kanter. Vi ønsker at vedligeholde en afstands-tabel over de korteste afstande mellem alle par af knuder.

Hvad er den bedste worst-case tid man kan opnå for at opdatere afstands-tabellen, når man tilføjer en ny kant med positiv vægt til grafen?

$\Theta(1)$	$\Theta(\sqrt{n})$	$\Theta(n)$	$\Theta(n \cdot \log n)$	$\Theta(n \cdot \sqrt{n})$	$\Theta(n^2)$	$\Theta(n^3)$
☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E	☐ F	☐ G