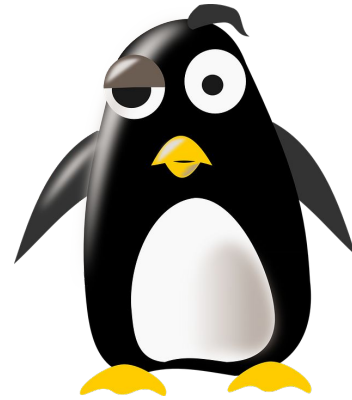


Binäärihakualgoritmi

Binäärihakualgoritmi

(toimii vain mikäli taulukko tai lista järjestyksessä)

indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihakualgoritmin
suoritus alkaa taulukon
keskimmäisestä arvosta.



Onko taulukossa
lukua 44?

indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihakualgoritmin suoritus alkaa taulukon keskimmäisestä arvosta.

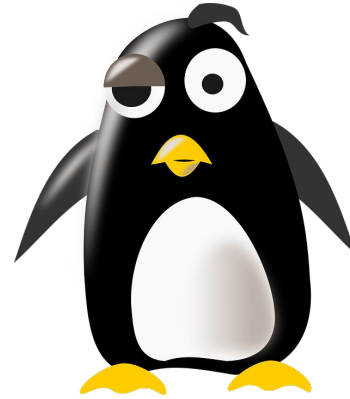


Onko taulukossa lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



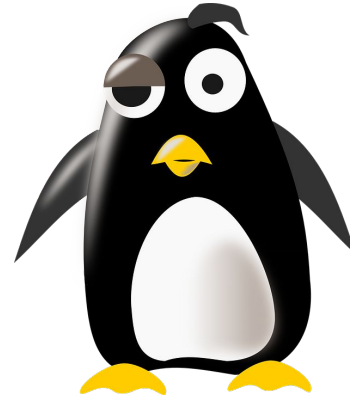
Binäärihakualgoritmin
suoritus alkaa taulukon
keskimmäisestä arvosta.

Tarkasteltavassa indeksissä on
arvo 9. Luku 44 on suurempi kuin 9,
joten tarkasteltava indeksi sekä
sitä pienemmät indeksit eivät voi
sisältää lukua 44.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



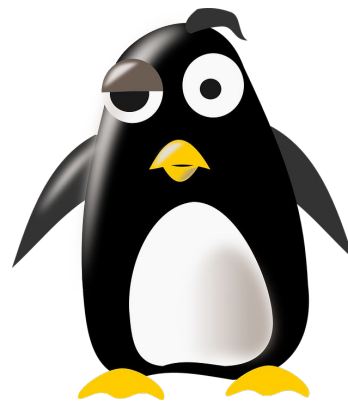
Binäärihakualgoritmin
suoritus alkaa taulukon
keskimmäisestä arvosta.

Tarkasteltavassa indeksissä on
arvo 9. Luku 44 on suurempi kuin 9,
joten tarkasteltava indeksi sekä
sitä pienemmät indeksit eivät voi
sisältää lukua 44.



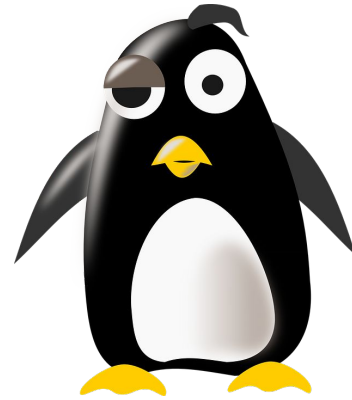
indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).



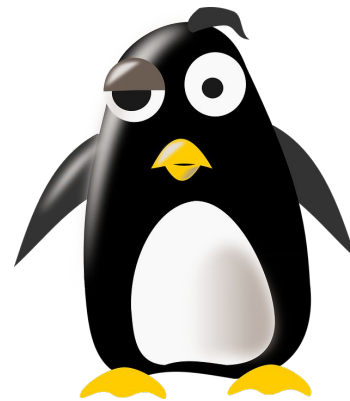
Onko taulukossa lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

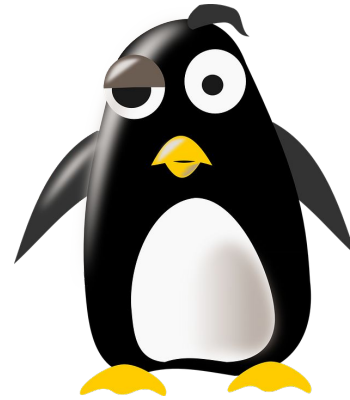
Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Onko taulukossa lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 31. Luku 44 on suurempi kuin 31, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä pienemmät indeksit eivät voi sisältää lukua 44.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



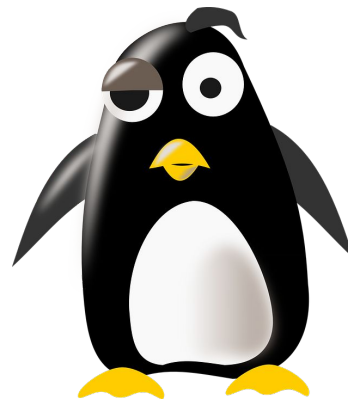
Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 31. Luku 44 on suurempi kuin 31, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä pienemmät indeksit eivät voi sisältää lukua 44.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

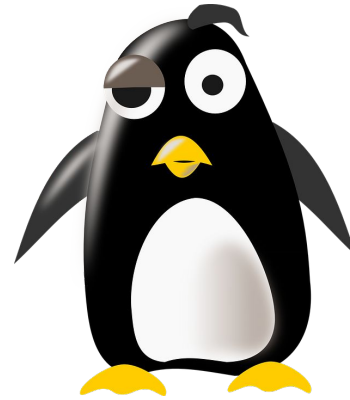
Onko taulukossa
lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

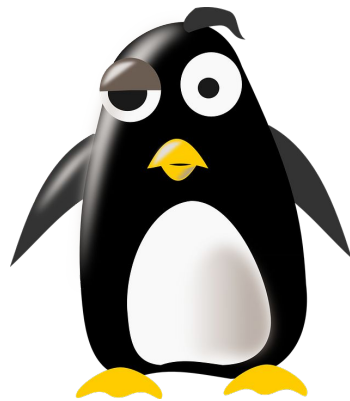
Onko taulukossa lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

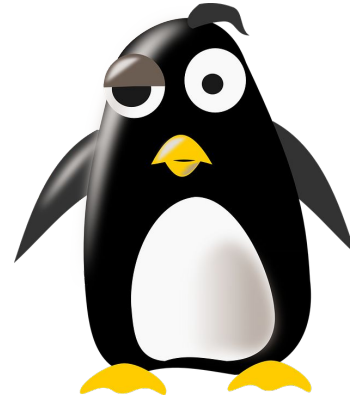
Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Onko taulukossa lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



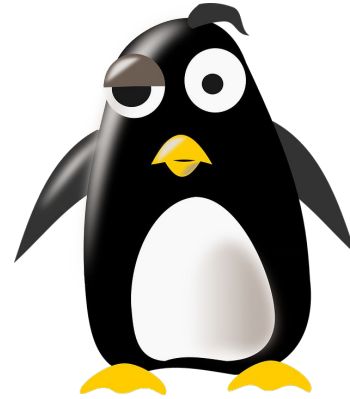
Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 45. Luku 44 on pienempi kuin 45, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä suuremmat indeksit eivät voi sisältää lukua 44.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



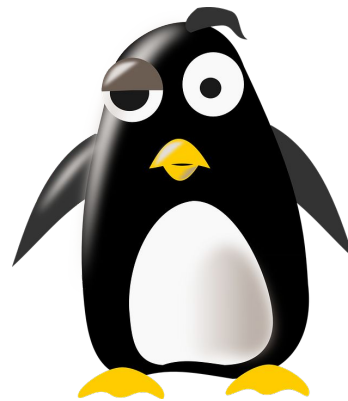
Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 45. Luku 44 on pienempi kuin 45, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä suuremmat indeksit eivät voi sisältää lukua 44.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).



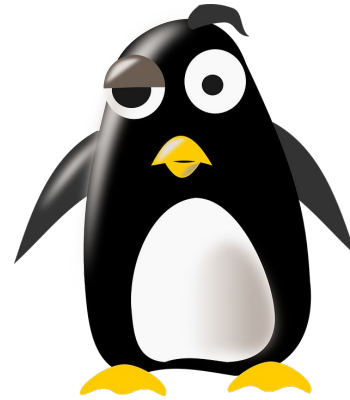
Onko taulukossa lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

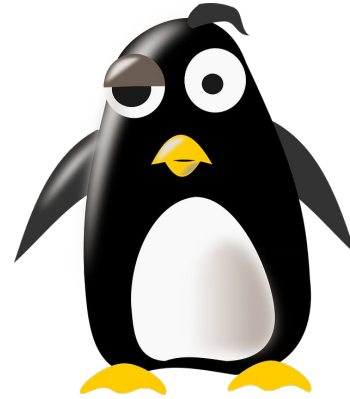
Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Onko taulukossa lukua 44?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 44?



Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 44. Luku 44 on sama kuin haettava luku, joten palautetaan indeksi.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 44. Luku 44 on sama kuin haettava luku, joten palautetaan indeksi.

Onko taulukossa lukua 44?



Täällähän minä, indeksissä 12!

indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 44. Luku 44 on sama kuin haettava luku, joten palautetaan indeksi.

Luku 44 on indeksissä 12!



Täällähän minä, indeksissä 12!

indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin
suoritus alkaa taulukon
keskimmäisestä arvosta.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin
suoritus alkaa taulukon
keskimmäisestä arvosta.

Tarkasteltavassa indeksissä on
arvo 9. Luku 2 on pienempi kuin 9,
joten tarkasteltava indeksi sekä
sitä suuremmat indeksit eivät voi
sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin
suoritus alkaa taulukon
keskimmäisestä arvosta.

Tarkasteltavassa indeksissä on
arvo 9. Luku 2 on pienempi kuin 9,
joten tarkasteltava indeksi sekä
sitä suuremmat indeksit eivät voi
sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?



Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 0. Luku 2 on suurempi kuin 0, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä pienemmät indeksit eivät voi sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?



Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 0. Luku 2 on suurempi kuin 0, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä pienemmät indeksit eivät voi sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 5. Luku 2 on pienempi kuin 5, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä suuremmat indeksit eivät voi sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 5. Luku 2 on pienempi kuin 5, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä suuremmat indeksit eivät voi sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 1. Luku 2 on suurempi kuin 1, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä pienemmät indeksit eivät voi sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Tarkasteltavassa indeksissä on arvo 1. Luku 2 on suurempi kuin 1, joten tarkasteltava indeksi sekä sitä pienemmät indeksit eivät voi sisältää lukua 2.



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Jäljelle jäävää aluetta ei ole, joten lukua ei löydy. Palautetaan luku -1, joka kertoo ettei haettavaa lukua sisältävää indeksä ole.



↓

indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Onko taulukossa
lukua 2?

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Jäljelle jäävä alue, joten
luku ei löydy, joten
palautetaan -1.

Ei löydy,
palautetaan -1



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Lukua 2 ei löytynyt.

Binäärihakualgoritmin suoritus jatkuu jäljelle jäävän alueen keskimmaisesta indeksistä (tarvittaessa alaspäin pyöristäen).

Jäljelle jäävä alue, joten
luku ei ole, joten
palautetaan -1, lukua

Ei löydy,
palautetaan -1



indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
arvo	-22	-9	-3	0	1	5	7	9	11	16	22	31	44	45	62	71

Binäärihaun idea

- Tietoa etsitään järjestyksessä olevasta taulukosta tai listasta.
- Hakeminen aloitetaan keskikohdasta.
- Mikäli tarkasteltavan keskikohdan arvo ei ole haettu arvo, rajataan haettavasta alueesta puolet pois ja siirrytään tarkastelemaan jäljelle jäävän alueen keskikohtaa.
- Mikäli tarkasteltavan keskikohdan arvo on haettu arvo, palautetaan tarkasteltavan keskikohdan indeksi.
- Mikäli tarkasteltavaa aluetta ei ole enää jäljellä (koko alue rajattu pois), palautetaan arvo -1, joka kuvaa ettei haettavaa arvoa löydy.

Binäärihaku

- Puolittaa haettavan alueen jokaisella kierroksella.
- Tarkasteltavia kohtia logaritminen määrä suhteessa taulukon tai listan kokoon; esimerkiksi haku 4294967296 alkiota sisältävästä listasta onnistuu kolmeakymmentä kahta indeksiä tarkastelemalla ($\log_2 4294967296 \sim 32$).
- Toimii myös merkkijonoilla; merkkijonojen tapauksessa vertaillaan merkkijonon yksittäisten merkkien järjestystä; yksittäiset merkit voi esittää char-tyyppisinä numeerisina arvoina.
- Omille luokille ja olioille tulee määritellä järjestys. Tähän palataan ohjelmoinnin jatkokurssilla.