

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

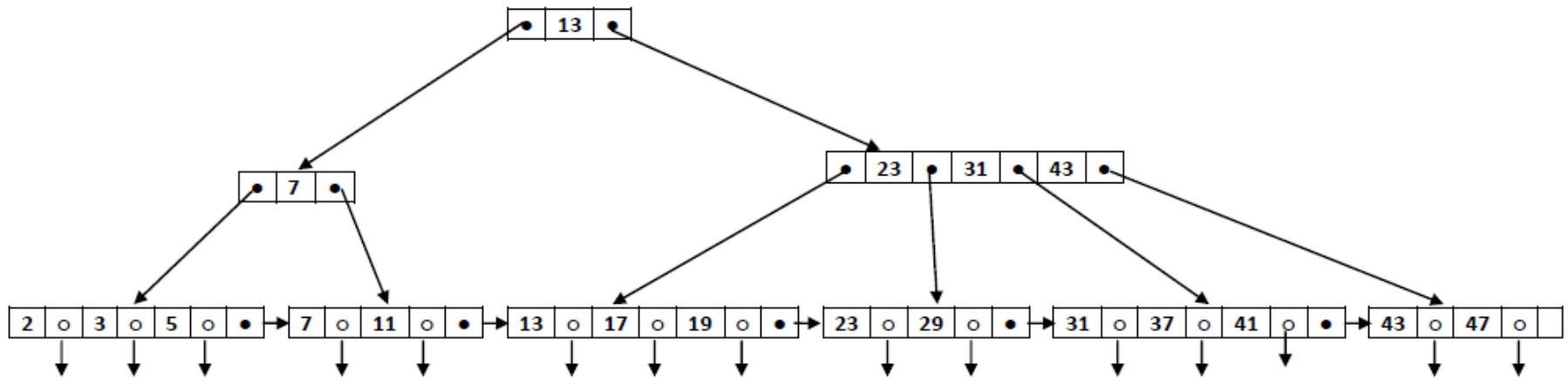
Άσκηση

Εκτελέστε τις παρακάτω λειτουργίες στο ακόλουθο B+δέντρο. Θεωρήστε ότι οι τιμές του κλειδιού αναζήτησης είναι μοναδικές (unique index). **Κάθε κόμβος του δέντρου χωράει 3 κλειδιά ($n=3$).**

1. Αναζήτηση της εγγραφής με κλειδί 41.
2. Αναζήτηση της εγγραφής με κλειδί 40.
3. Αναζήτηση των εγγραφών με κλειδιά μικρότερα του 30.
4. Αναζήτηση των εγγραφών με κλειδιά στο διάστημα [20,35].
5. Εισαγωγή του κλειδιού με τιμή 1.
6. Διαδοχική εισαγωγή τριών κλειδιών με τιμές 14,15 και 16 αντίστοιχα.

Για κάθε λειτουργία αναζήτησης (1,2,3,4) να περιγράψετε με ακρίβεια τους κόμβους και την σειρά με την οποία πρέπει να προσπελαστούν σε κάθε περίπτωση. Για κάθε εισαγωγή κλειδιού (λειτουργίες 5 και 6) να περιγράψετε τις αλλαγές που προκαλούνται στο δέντρο και να δώσετε την νέα μορφή των κόμβων που τροποποιούνται. Στο τέλος να παραθέσετε την τελική μορφή του δέντρου.

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων



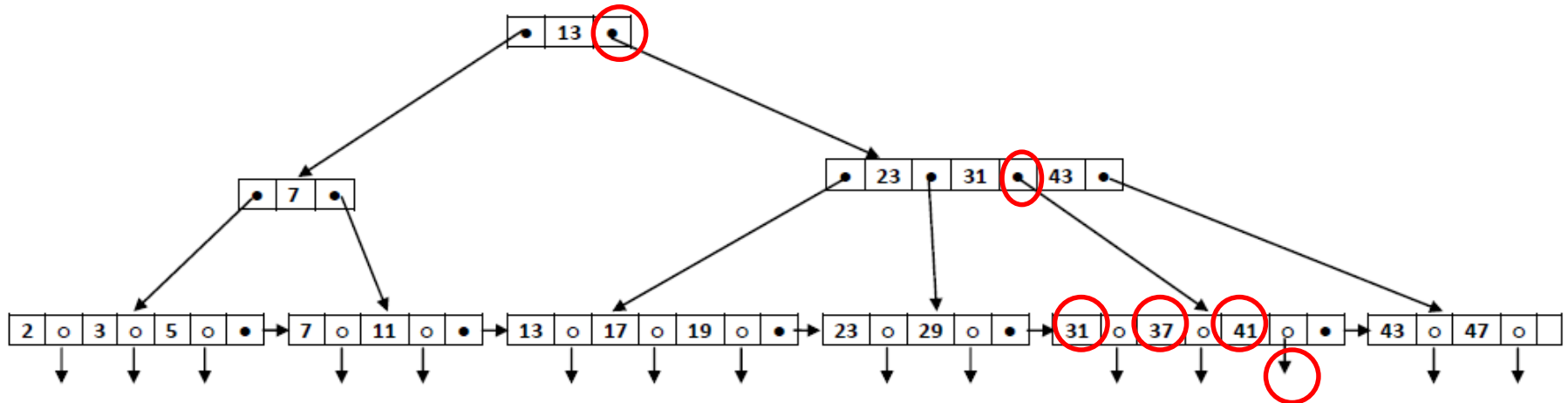
- Δείκτης προς κόμβο του δέντρου.
- Δείκτης δεδομένων (δείκτης προς την εγγραφή)
- Δείκτης δέντρου με τιμή NULL

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

1. Αναζήτηση της εγγραφής με κλειδί **41**:

- Ξεκινάμε από την ρίζα. Επειδή **41 > 13** ακολουθούμε τον δεξιό δείκτη.
- **31 < 41 < 43** οπότε ακολουθούμε τον τρίτο δείκτη.
- Στον κόμβο φύλλο εντοπίζουμε το κλειδί **41**.
- Ακολουθούμε τον τρίτο δείκτη δεδομένων προς την εγγραφή.



• Δείκτης προς κόμβο του δέντρου.

○ Δείκτης δεδομένων (δείκτης προς την εγγραφή)

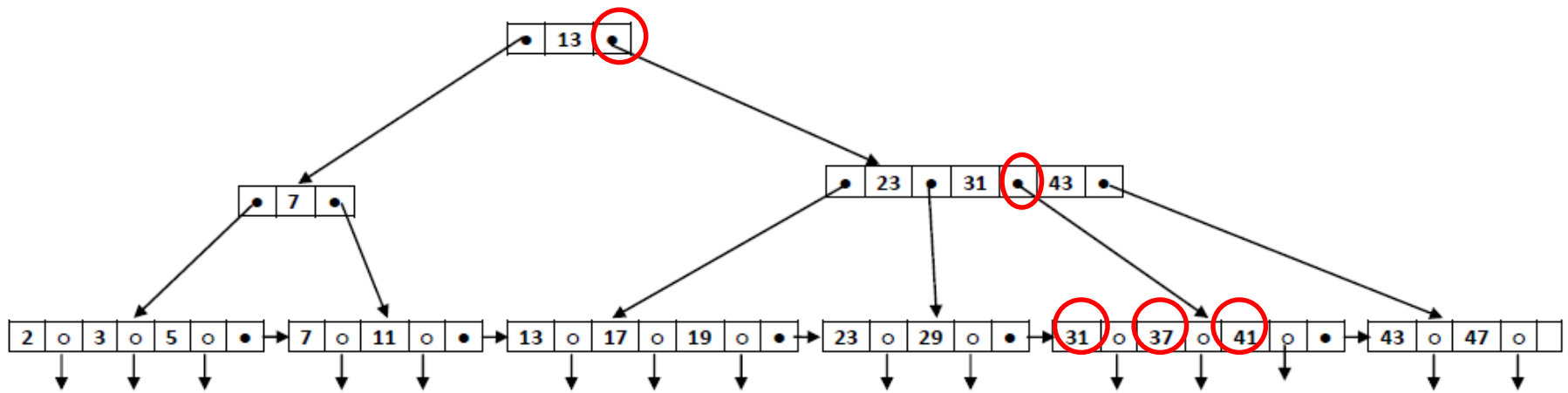
□ Δείκτης δέντρου με τιμή NULL

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

2. Αναζήτηση της εγγραφής με κλειδί **40**:

- Ξεκινάμε από την ρίζα. Επειδή $40 > 13$ ακολουθούμε τον δεξιό δείκτη.
- $31 < 40 < 43$ οπότε ακολουθούμε τον τρίτο δείκτη.
- Στον κόμβο φύλλο ελέγχουμε με την σειρά τα κλειδιά μέχρι να φτάσουμε στο **41** ($41 > 40$).
- **Δεν εντοπίσαμε το 40 άρα δεν υπάρχει έγγραφη με κλειδί 40.**



• Δείκτης προς κόμβο του δέντρου.

○ Δείκτης δεδομένων (δείκτης προς την εγγραφή)

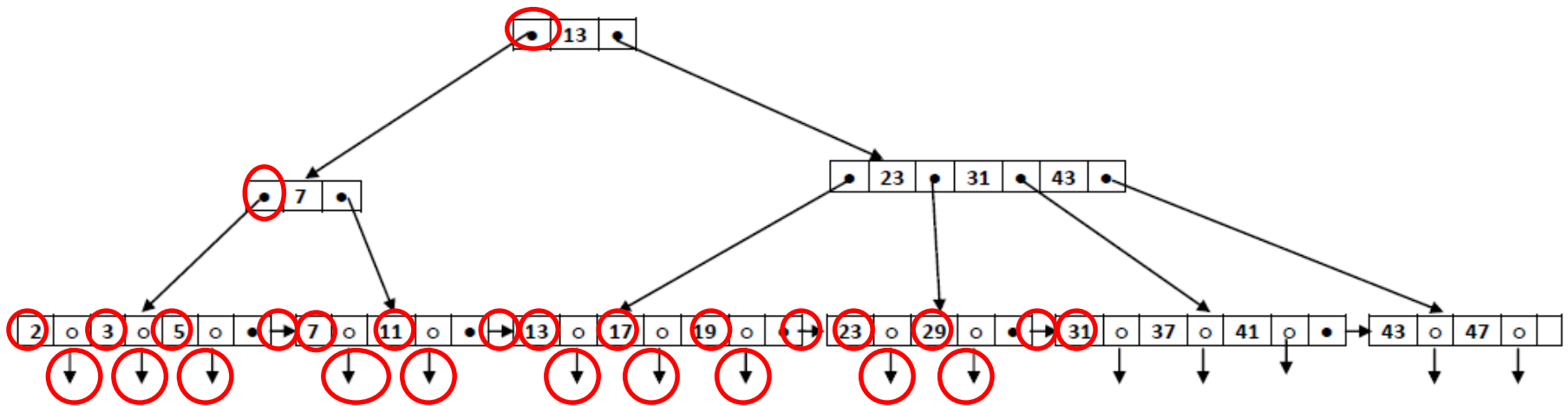
□ Δείκτης δέντρου με τιμή NULL

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

3. Αναζήτηση των εγγραφών με κλειδιά μικρότερα του 30:

- Ξεκινάμε από την ρίζα. Ακολουθούμε τους αριστερούς δείκτες μέχρι και τα φύλλα
- Για κάθε κλειδί **μικρότερο του 30** ακολουθούμε τους δείκτες δεδομένων προς τις αντίστοιχες εγγραφές.
- Ξεκινάμε με τα κλειδιά του αριστερότερου φύλλου. Επειδή τα 2,3,5 είναι μικρότερα του 30 ακολουθούμε τους δείκτες προς τα δεδομένα. Το κλειδί 5 είναι μικρότερο του 30 οπότε ακολουθούμε τον δείκτη προς το επόμενο φύλλο. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία μέχρι που να φτάσουμε στο κλειδί 31. Εκεί σταματάμε διότι $31 > 30$.



• Δείκτης προς κόμβο του δέντρου.

○ Δείκτης δεδομένων (δείκτης προς την εγγραφή)

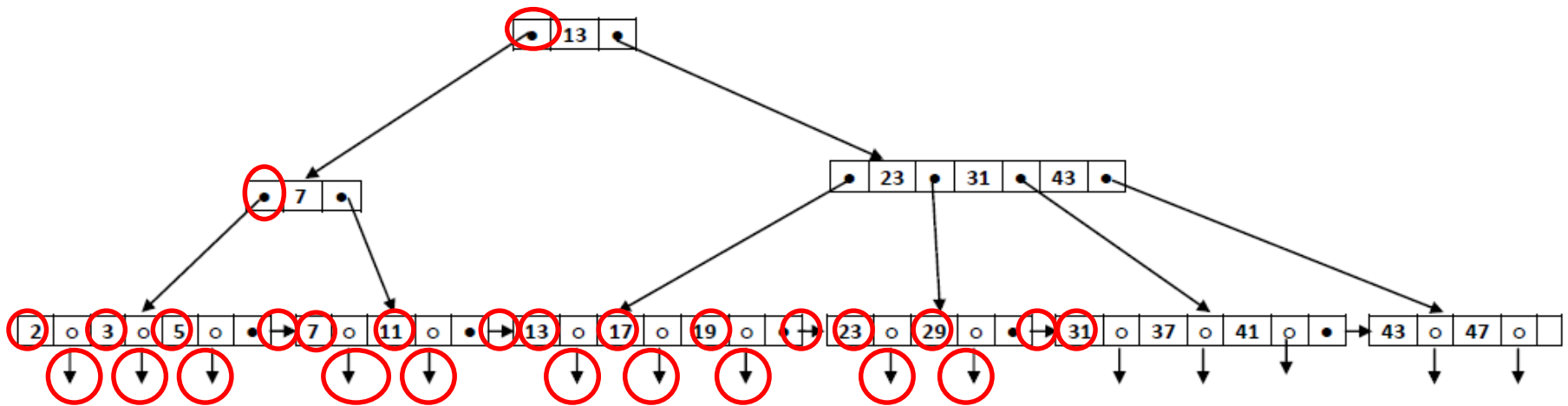
□ Δείκτης δέντρου με τιμή NULL

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

3. Αναζήτηση των εγγραφών με κλειδιά μικρότερα του 30:

- Ξεκινάμε από την ρίζα. Ακολουθούμε τους αριστερούς δείκτες μέχρι και τα φύλλα
- Για κάθε κλειδί **μικρότερο του 30** ακολουθούμε τους δείκτες δεδομένων προς τις αντίστοιχες εγγραφές.
- Ξεκινάμε με τα κλειδιά του αριστερότερου φύλλου. Επειδή τα 2,3,5 είναι μικρότερα του 30 ακολουθούμε τους δείκτες προς τα δεδομένα. Το κλειδί 5 είναι μικρότερο του 30 οπότε ακολουθούμε τον δείκτη προς το επόμενο φύλλο. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία μέχρι που να φτάσουμε στο κλειδί 31. Εκεί σταματάμε διότι $31 > 30$.



• Δείκτης προς κόμβο του δέντρου.

○ Δείκτης δεδομένων (δείκτης προς την εγγραφή)

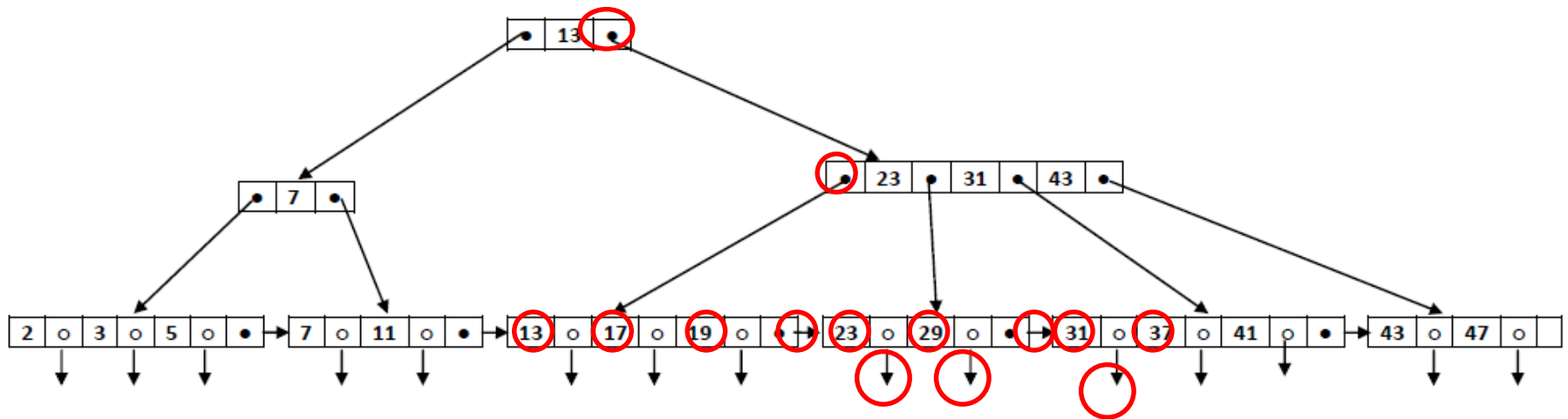
□ Δείκτης δέντρου με τιμή NULL

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

4. Αναζήτηση των εγγραφών με κλειδιά στο διάστημα [20,35]:

- Ξεκινάμε από την ρίζα. Ακολουθούμε τον δεξιό δείκτη διότι $20 > 13$.
- Επειδή $20 < 23$ ακολουθούμε τον δείκτη αριστερά του 23.
- Επειδή τα κλειδιά του φύλλου (13,17,19) είναι μικρότερα του 20 ακολουθούμε τον δείκτη προς το επόμενο φύλλο. Τα κλειδιά 23 και 29 ανήκουν πληρούν το κριτήριο αναζήτησης οπότε και ακολουθούμε τους δείκτες δεδομένων προς τις εγγραφές. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία μέχρι που να φτάσουμε στο κλειδί 37. Εκεί σταματάμε διότι $37 > 35$.



• Δείκτης προς κόμβο του δέντρου.

○ Δείκτης δεδομένων (δείκτης προς την εγγραφή)

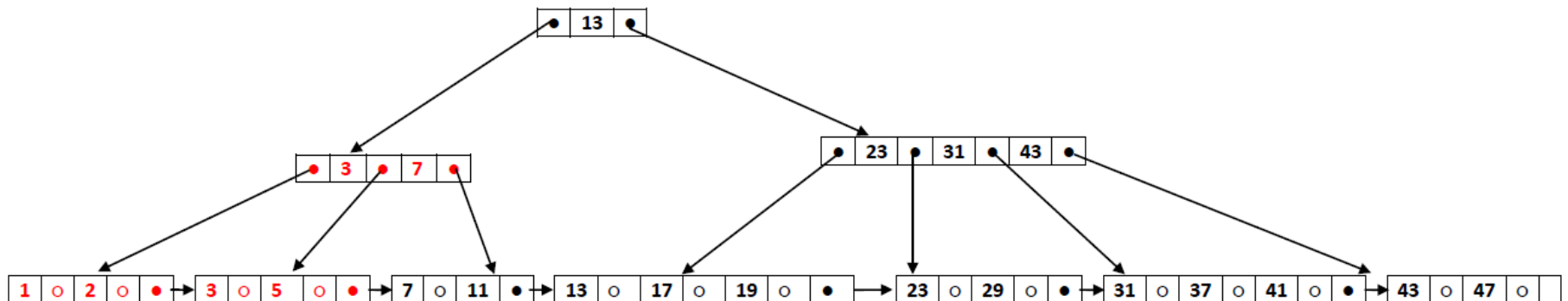
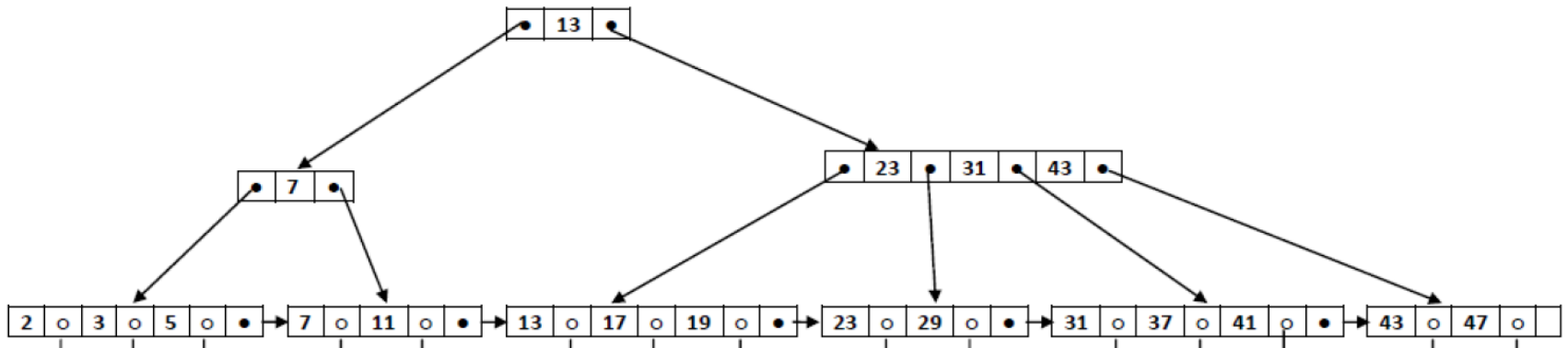
□ Δείκτης δέντρου με τιμή NULL

Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

5. Εισαγωγή κλειδιού 1

- Η αναζήτηση μας οδηγεί στο πρώτο από τα αριστερά κόμβο φύλλο.
- Δεν υπάρχει χώρος στο φύλλο ($n=3$) οπότε και δημιουργούμε νέο κόμβο στον οποίο μετακινούμε τα κλειδιά 3 και 5.
- Ανεβάζουμε την τιμή 3 στον κόμβο πατέρα και προσθέτουμε ένα δείκτη που θα δείχνει τον νέο κόμβο.

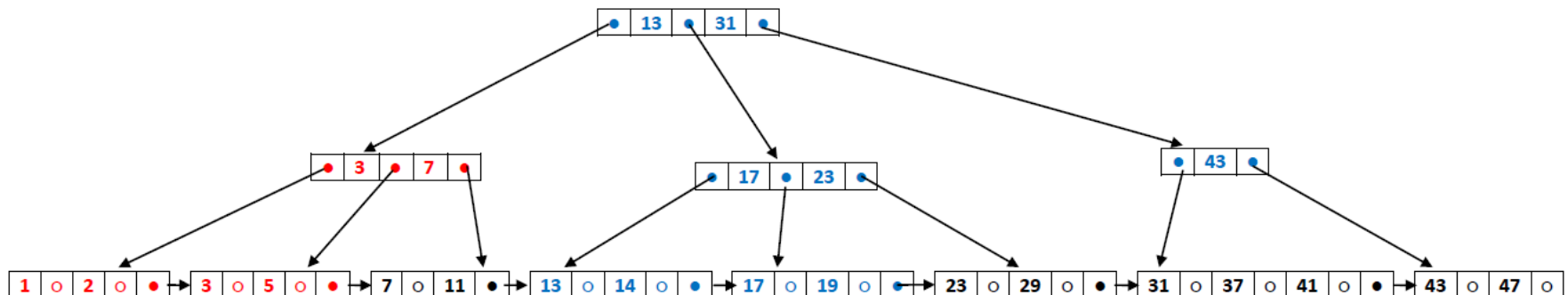
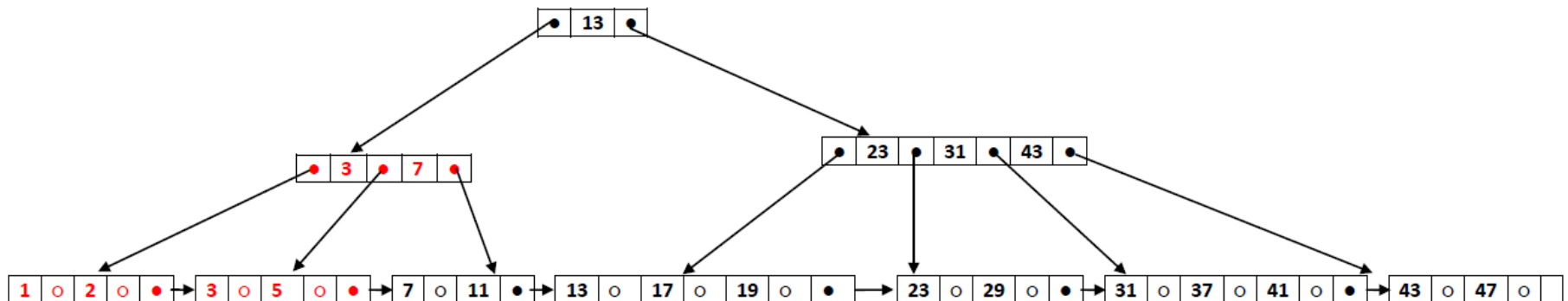


Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

6. Εισαγωγή κλειδιού 14

- Η αναζήτηση μας οδηγεί κόμβο φύλλο με τιμές 13,17,19.
- Δεν υπάρχει χώρος στο φύλλο ($n=3$) οπότε και δημιουργούμε νέο κόμβο στον οποίο μετακινούμε τα κλειδιά 17 και 19.
- Ανεβάζουμε την τιμή 17 στον κόμβο πατέρα ο οποίος όμως δεν έχει χώρο (23,31,43). Δημιουργούμε νέο κόμβο στον οποίο μετακινούμε τις τιμές 31 και 43. Την τιμή 31 την ανεβάζουμε στην ρίζα.

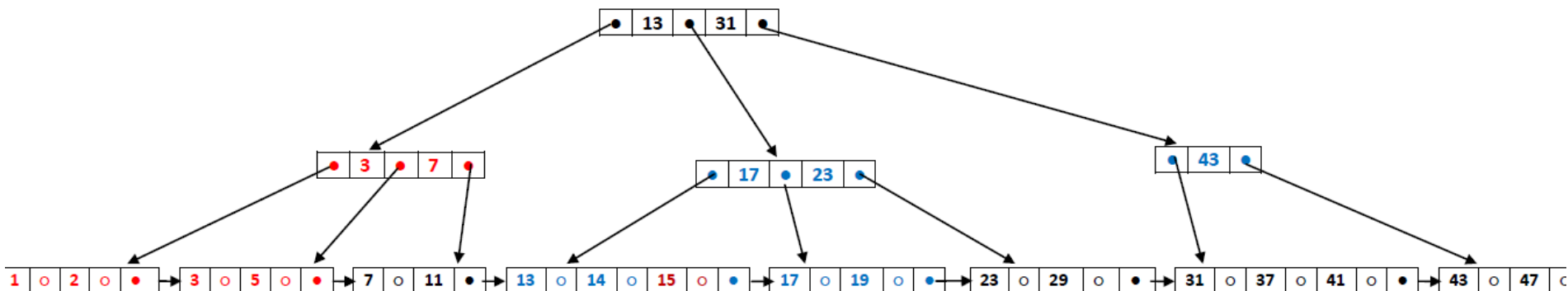
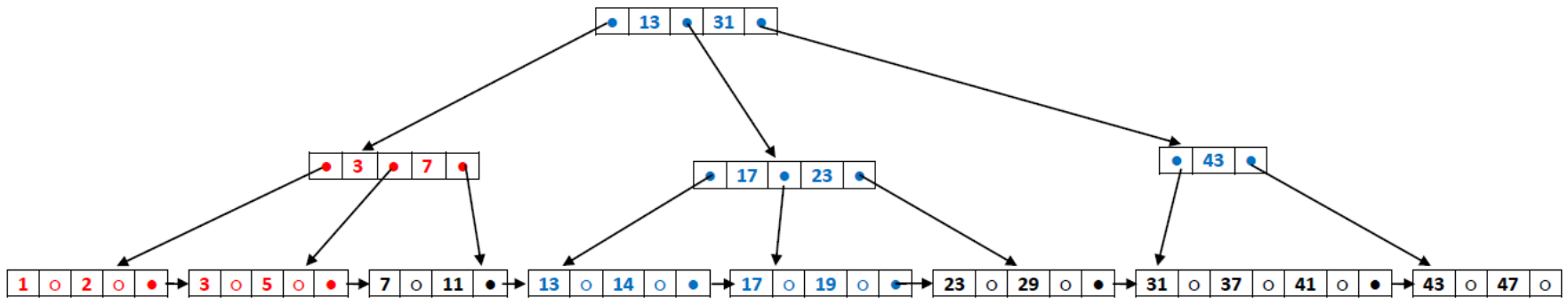


Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

6. Εισαγωγή κλειδιού 15

- Η αναζήτηση μας οδηγεί κόμβο φύλλο με τιμές 13,14
- Υπάρχει χώρος στο φύλλο οπότε και μπαίνει το κλειδί 15 καθώς και ένας δείκτης δεδομένων.



Συστήματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Δεδομένων

Λύση Άσκησης

6. Εισαγωγή κλειδιού 16

- Η αναζήτηση μας οδηγεί στον κόμβο φύλλο με τιμές 13,14,15.
- Επειδή δεν υπάρχει χώρος στο φύλλο δημιουργούμε νέο κόμβο και μετακινούμε σε αυτόν τις τιμές 15 και 16.
- Προσθέτουμε την τιμή 15 στον κόμβο πατέρα και έναν δείκτη.

