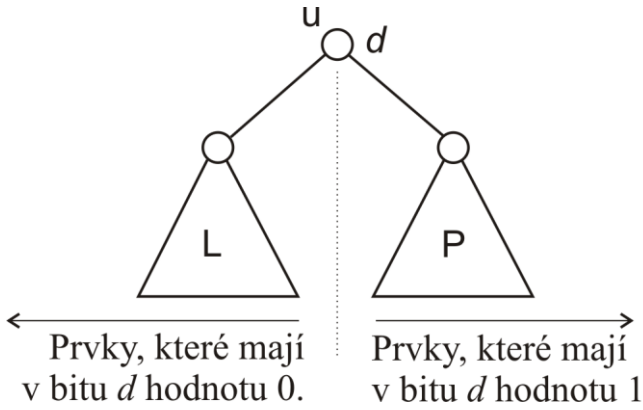
Vyhledávací stromy *Trie*

Číslicové vyhledávací stromy na rozdíl od ostatních vyhledávacích stromů nemají prvky uspořádány dle velikosti (nejsou setříděné), pokud uzly stromu procházíme zleva-doprava. To může být v některých použitích nevýhodné. Ale mnohem výraznější nevýhodou těchto stromů je skutečnost, že při vyhledávání je v každém uzlu nutné srovnávat hledaný prvek s prvkem uloženým v procházeném uzlu (zejména je-li datový charakter prvků takový, že srovnání dvou prvků je časově náročnější, jako jsou řetězce).

Číslicové vyhledávací stromy nazývané *trie* mají prvky setříděné zleva-doprava obdobně jako jiné vyhledávací stromy. Název *trie* je odvozen od slova re***trie***val, které vystihuje použití těchto stromů (vyhledávání údajů).

Stromy *trie* mají prvky uložené jen v listový uzlech. Opět v nich platí, že prvek, který má v daném bitu hodnotu 0, je umístěn v levém podstromu daného uzlu a naopak prvek, který v daném bitu má hodnotu 1, je umístěn v pravém podstromu daného uzlu.



Ve stromu dále platí, že v každém listovém uzlu je právě jeden prvek.

Vyhledání prvku

1. Počáteční krok

   Uzel, který je v daném okamžiku vyhledávání aktuální, budeme označovat *u*. Na začátku jím bude kořen stromu.
   Nechť hledaný prvek je *x*.
   Aktuální index (pořadí) bitu označíme *d*, první bit má index 0.

2. Průběžný krok

   Je-li aktuální uzel nelistový, zjistíme hodnotu bitu *d* prvku *x*.

   - Je-li tato hodnota 0, ověříme, zda uzel *u* má levého následovníka. Pokud ano, učiníme ho novým aktuálním uzlem, zvýšíme hodnotu *d* o 1 a opět

provedeme krok 2. Pokud uzel levého následníka nemá, vyhledávání končí, hledaný prvek není ve stromu obsažen.

- Je-li hodnota bitu *d* rovna 1, pokračujeme obdobně ve vyhledávání v pravém podstromu, pokud aktuální uzel *u* má pravého následovníka.

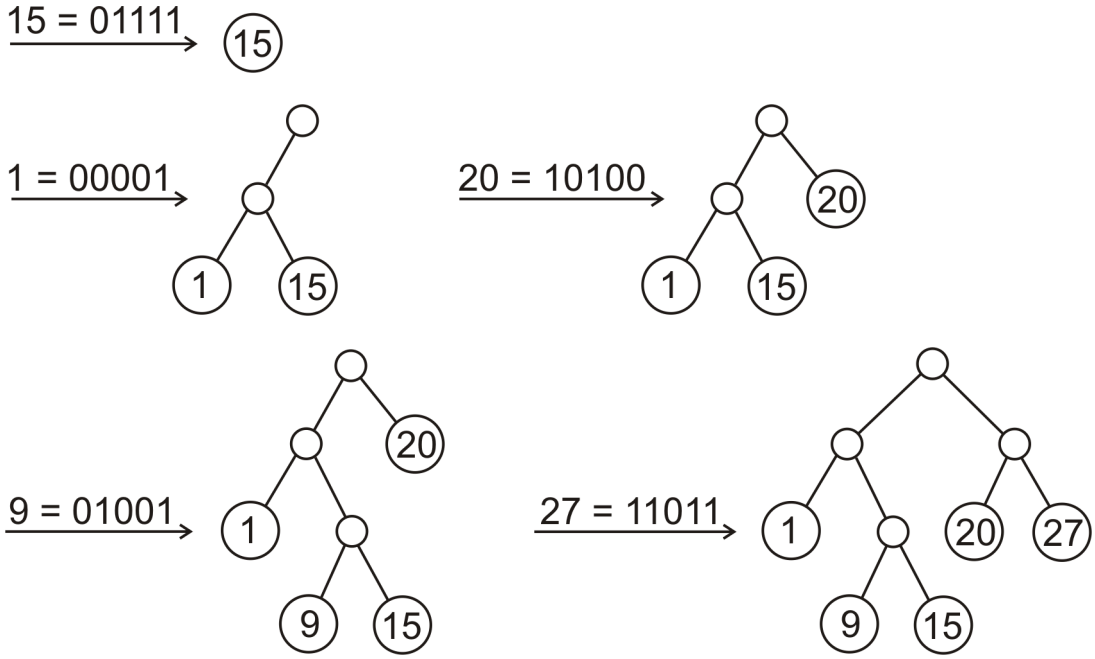
Je-li aktuální uzel *u* list, srovnáme, zda je hledaný prvek *x* roven prvku, který je uložen v tomto uzlu. Pokud ano, hledaný prvek byl v tomto uzlu nalezen, jinak vyhledávání končí neúspěšně.

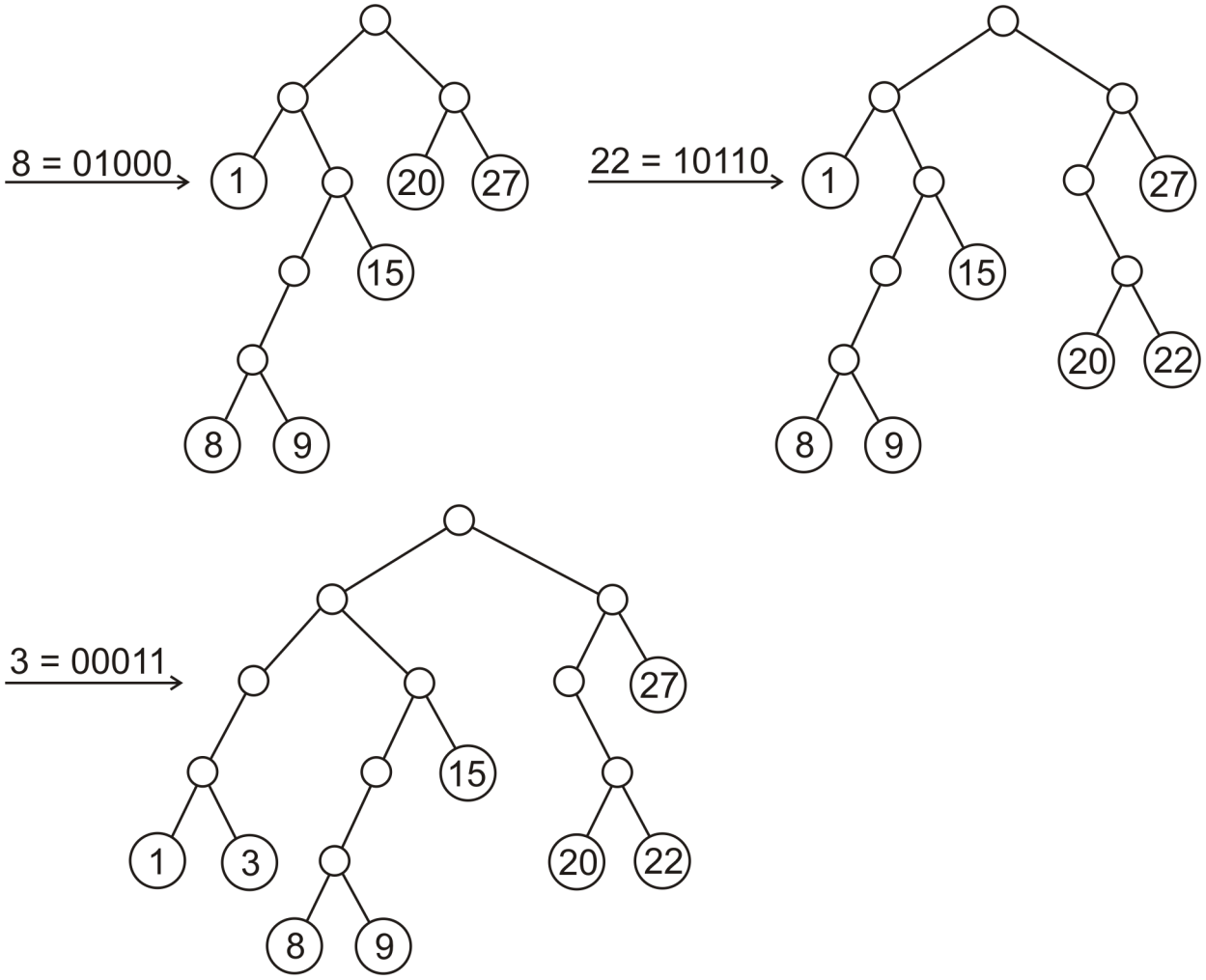
Přidání prvku

Přidávaný prvek *x* nejprve vyhledáme. Pokud nebyl nalezen, mohou nastat dva případy:

- Vyhledávání skončilo v nelistovém uzlu, protože nemá příslušného následníka, aby vyhledávání mohlo pokračovat. Zde tohoto následníka vytvoříme a přidávaný prvek *x* do něho vložíme.
- Vyhledávání skončilo v listovém uzlu, ve kterém je uložen prvek *c*. Před tento list přidáváme nelistové uzly pro všechny bity až po bit (včetně tohoto bitu), jehož hodnoty jsou v prvcích *x* a *c* různé. Následně vytvoříme nový uzel, do kterého dáme prvek *x* a tento uzel učiníme následníkem posledního přidaného nelistového uzlu. Druhým následníkem tohoto uzlu je uzel s prvkem *c*.

Příklad. Do stromu budeme ukládat pětibitová čísla.





Pseudokód vyhledání:

```
IsLeaf(u)
  return u.left=NIL and u.right=NIL

Search(T, x)
  u ← T.root
  d ← 0
  while u ≠ NIL
    if IsLeaf(u)
      if x = u.item
        return u
      return NIL
    if Bit(x,d) = 0
      u ← u.left
    else
      u ← u.right
    d ← d+1
```

```
    return NIL
```

Pseudokód přidání:

```
  NewNode(x)
    u ← new Node
    u.item ← x
    u.left ← u.right ← NIL
    return u

  Insert(T, x)
    if T.root = NIL
      T.root ← NewNode(x)
      return true
    u ← T.root
    if IsLeaf(u)
      if x = u.item
        return false
      T.root ← Split(x,u,0)
      return true
    d ← 0
    while true
      if Bit(x,d) = 0
        if u.left = NIL
          u.left ← NewNode(x)
          return true
        if IsLeaf(u.left)
          if x = u.left.item
            return false
          u.left ← Split(x, u.left, d)
          return true
        u ← u.left
      else
        if u.right = NIL
          u.right ← NewNode(x)
          return true
        if IsLeaf(u.right)
```

```
        if x = u.right.item
          return false
        u.right ← Split(x, u.right, d)
        return true
      u ← u.right
    d ← d+1

Split(x, v, d)
  z ← w ← new Node
  while true
    b ← Bit(x,d)
    if b = Bit(v.item,d)
      u ← new Node
      if b=0
        z.left ← u
        z.right ← NIL
      else
        z.right ← u
        z.left ← NIL
      z ← u
      d ← d+1
    else
      if b=0
        z.left ← NewNode(x)
        z.right ← v
      else
        z.left ← v
        z.right ← NewNode(x)
      return w
```