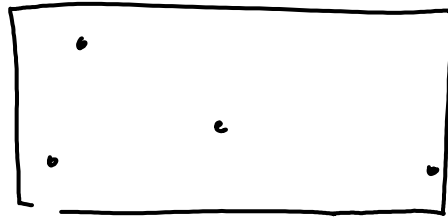


ORTOGONÁLNÍ VYHLEDAVÁNÍ ①

Geometricky

množina bodů v rovině P

25 000
20 000



$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ v rovině

$Q = [x, x'] \times [y, y']$

2 metody

- kd-stromy
- range trees

35 45

(2)

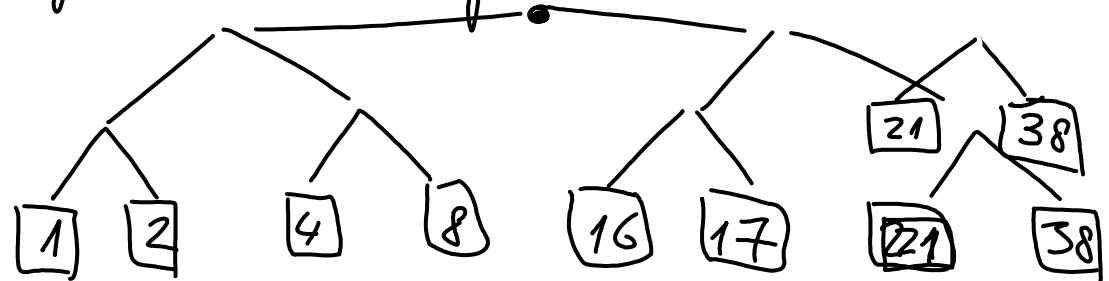
jde o to najít strukturu (kd-strom, range tree) pomocí které
můžeme provádět ortogonální vyhledávání pro zadaný
obdélník

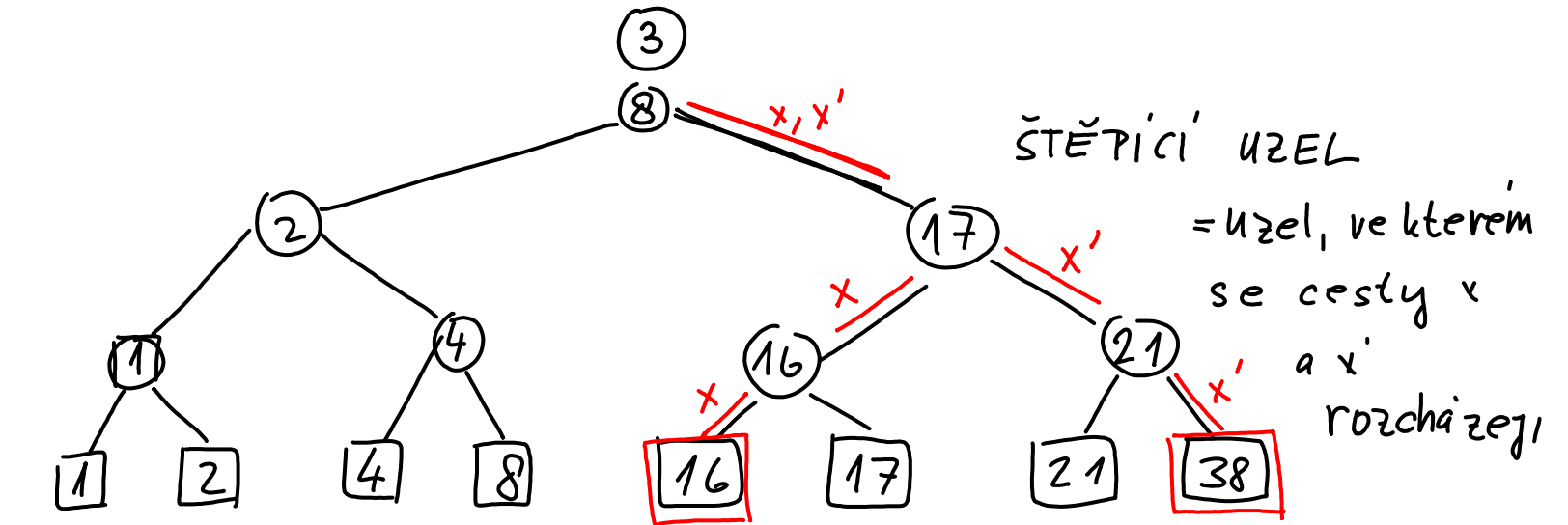
1-dim vyhledávání

Množina n -čísels $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$

Její uspořádání zachytíme ve vyváženém binárním
stromě:

Zadan interval
 $[x, x']$





$[9, 24]$
 $[x, x']$

Vybudování stromu $O(n \log n)$

Průběhová náročnost $O(n)$

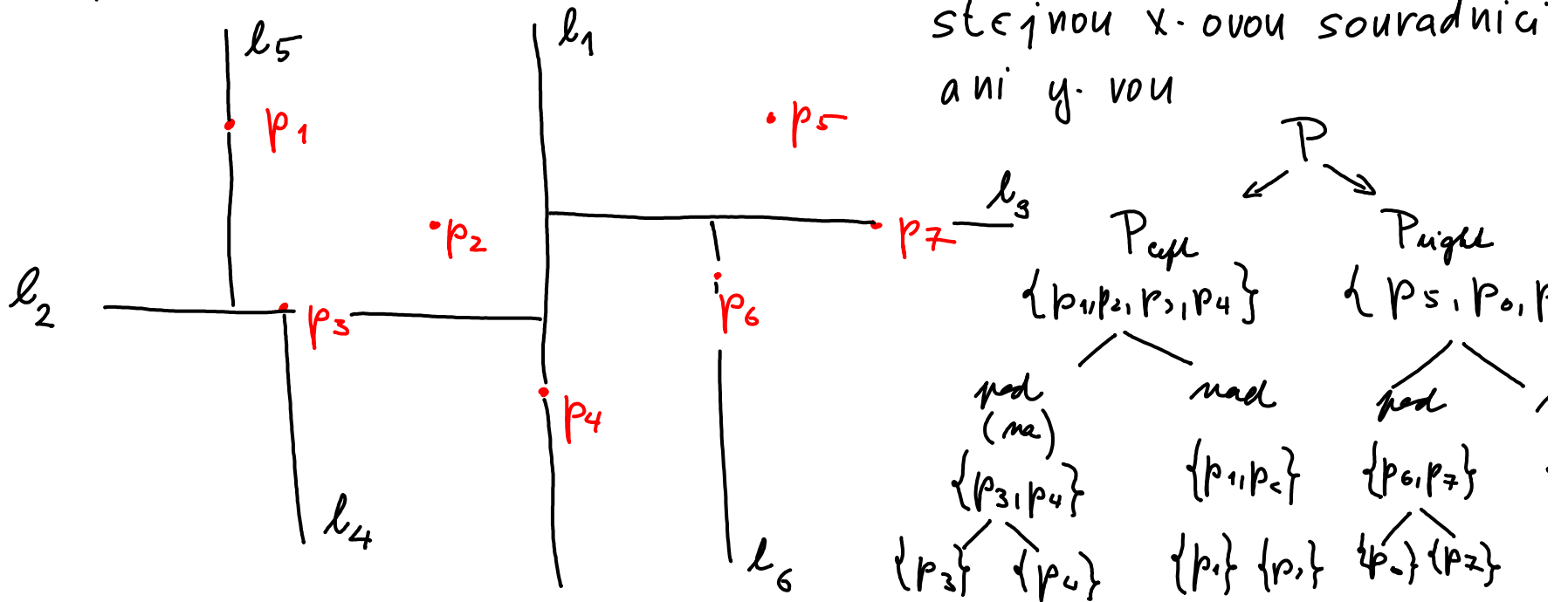
Vyhledávání $O(\log n + k)$

kde k je počet čísel l v $[x, x']$

④

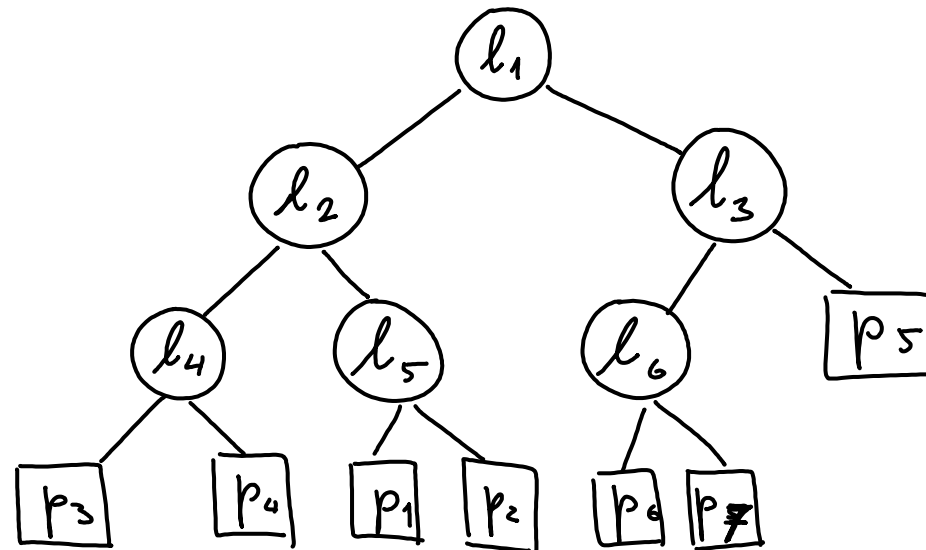
k d-stromy $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ množina bodů v rovině

Předpoklad (bude časem odstraněn) : žádné dva body nemají stejnou x-ovou souřadnici ani y-ovou



⑤

Tomuto dělení odpovídá strom



hloubka = depth 0

1

2

kd-strom odpovídající množině $P = \{p_1, \dots, p_7\}$.

⑥

Čas potřebný pro vybudování kd-stromu

$$T(n) = 2T\left(\frac{n}{2}\right) + O(n)$$

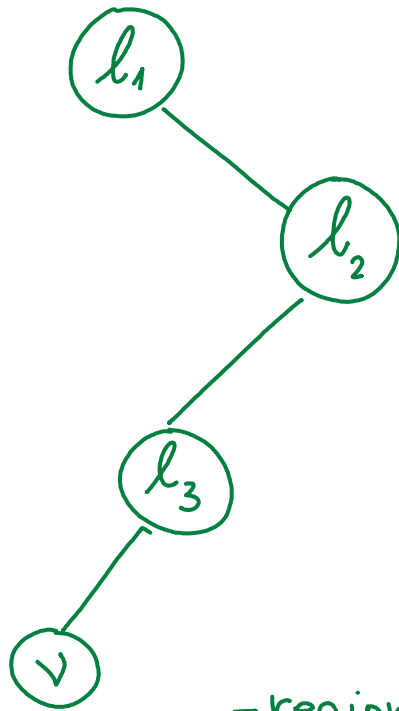
Tento rekurentní vztah implikuje

$$T(n) = O(n \log n)$$

Řádová náročnost $O(n)$

K vyhledávání v kd-stromu zavedeme pojem

region uzlu v



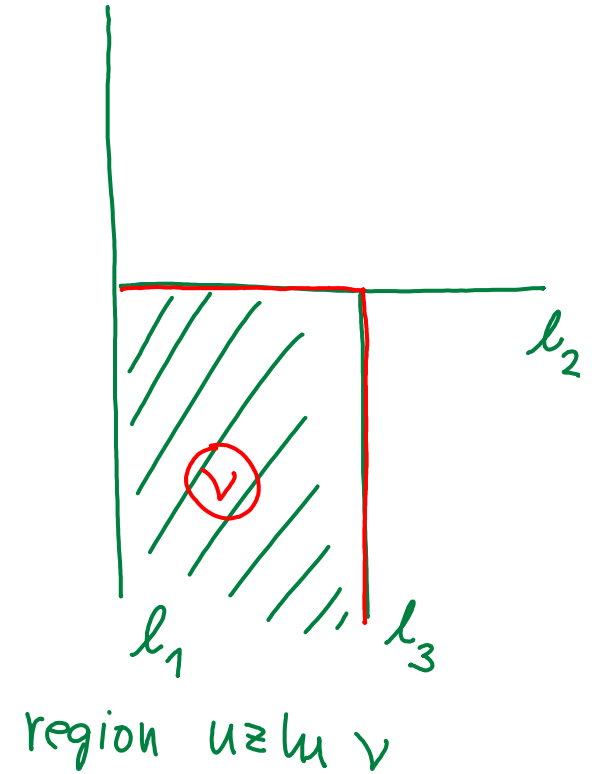
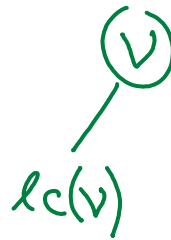
⑦

region uzlu v je
 dan průnikem správných
 polovin ležících na
 cestě k uzlu

region kořene je \mathbb{R}^2

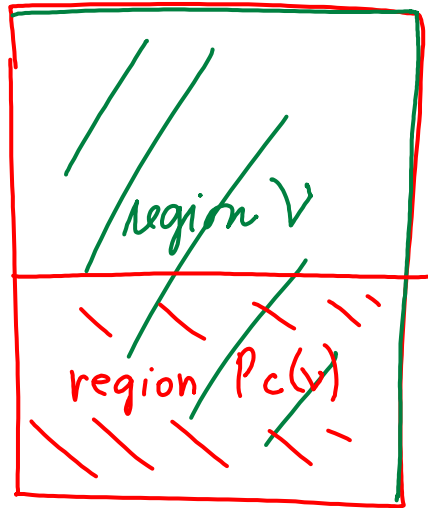
region $lc(v)$

= region v a polovina
 daná přímkou
 v $\odot v$



⑧

Vyhledávání bodů v
 $Q = [x, x'] \times [y, y']$
 pomocí kd-stromu



l přímka v v

Algoritmus ②⑤

Obrazek ⑨

Časová náročnost

Rekurentní vztah $Q(n) = 2 + 2Q\left(\frac{n}{4}\right)$
 $\Rightarrow O(\sqrt{n} + k)$ k počet uzlů v Q

(9)

Lze provádět i ve vyšších dimenzích ($n \in \mathbb{R}^d$)

Čas pro konstrukci $O(n \log n)$

Paměťová náročnost $O(n)$

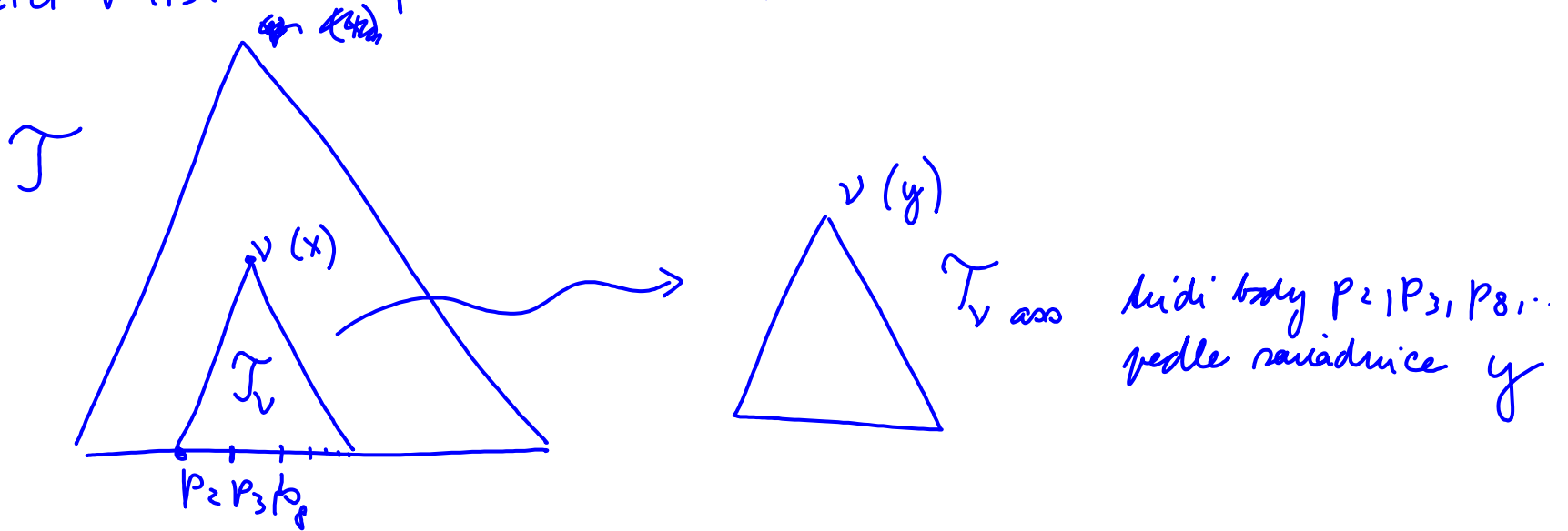
Časová náročnost vyhledávání $O(n^{1-\frac{1}{d}} + k)$

Range trees

Mají lepší čas vyhledávání, ale horší paměťová náročnost

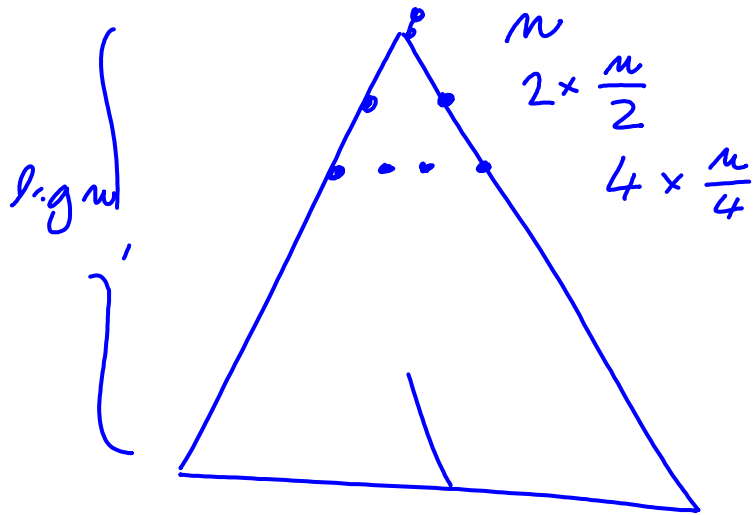
↑ strom podle souřadnice x obsahující jako listy body p_1, p_2, \dots, p_n

Ke každému podstromu T_v (s kořenem v uzlu v)
 vytvoříme strom podle souřadnice y , který seřadí body,
 ležící v listech podstromu T_v



11

Paměťová náročnost



$O(m \log m)$

