
Konstrukce sítě pro radiační metodu

© 1996-2001 Josef Pelikán
KSVI MFF UK Praha

e-mail: Josef.Pelikan@mff.cuni.cz

WWW: <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~pepca/>

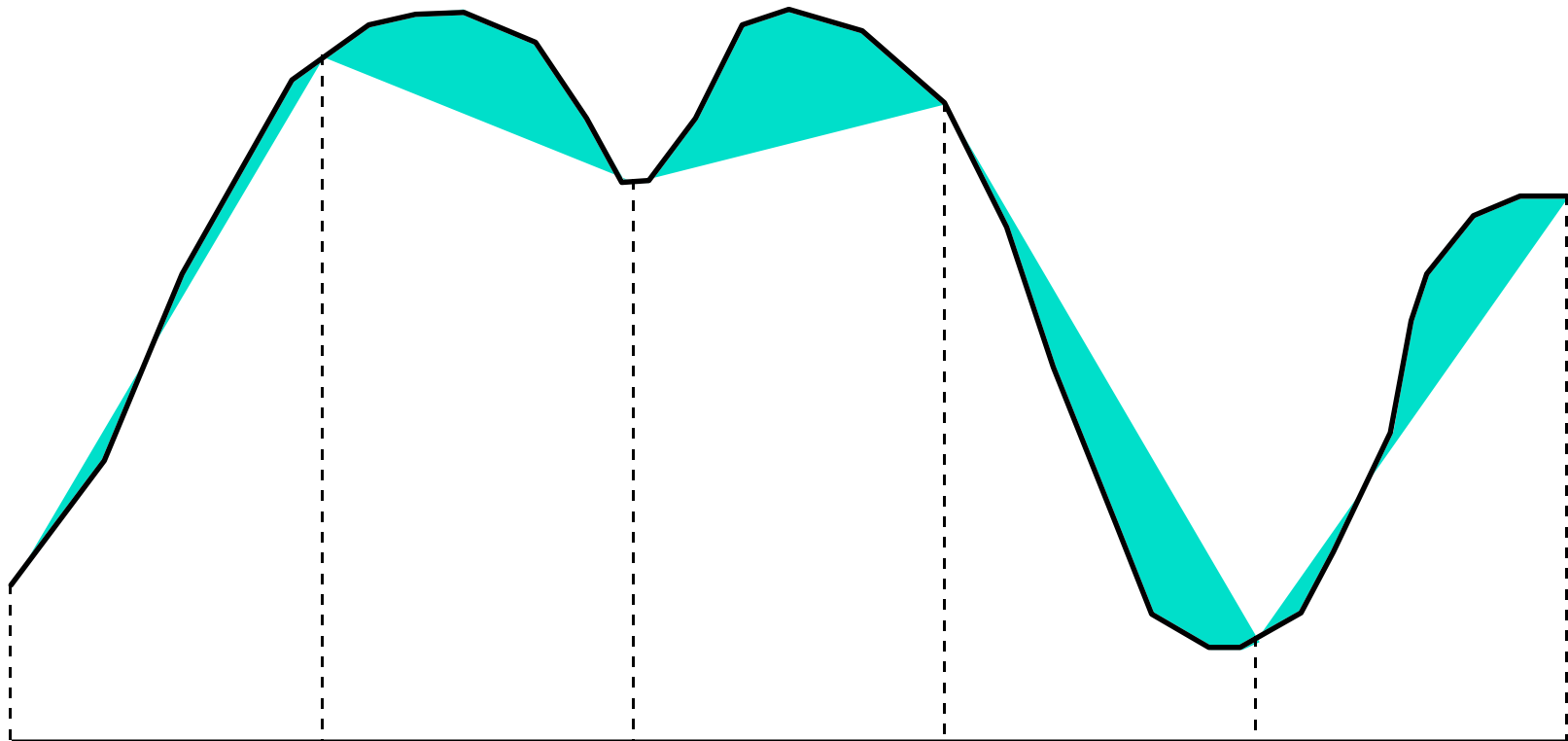
Požadavky kladené na síť

- ➔ co nejlépe charakterizovat **rozložení radiosity** ve scéně
 - minimální (objektivní či subjektivní) chyba při interpolaci
- ➔ co nejmenší **počet plošek**
 - úspora paměti a hlavně času výpočtu
- ➔ možnost **automatického generování sítě**
 - konstrukce adaptivního algoritmu (např. pro hierarchické radiační metody)

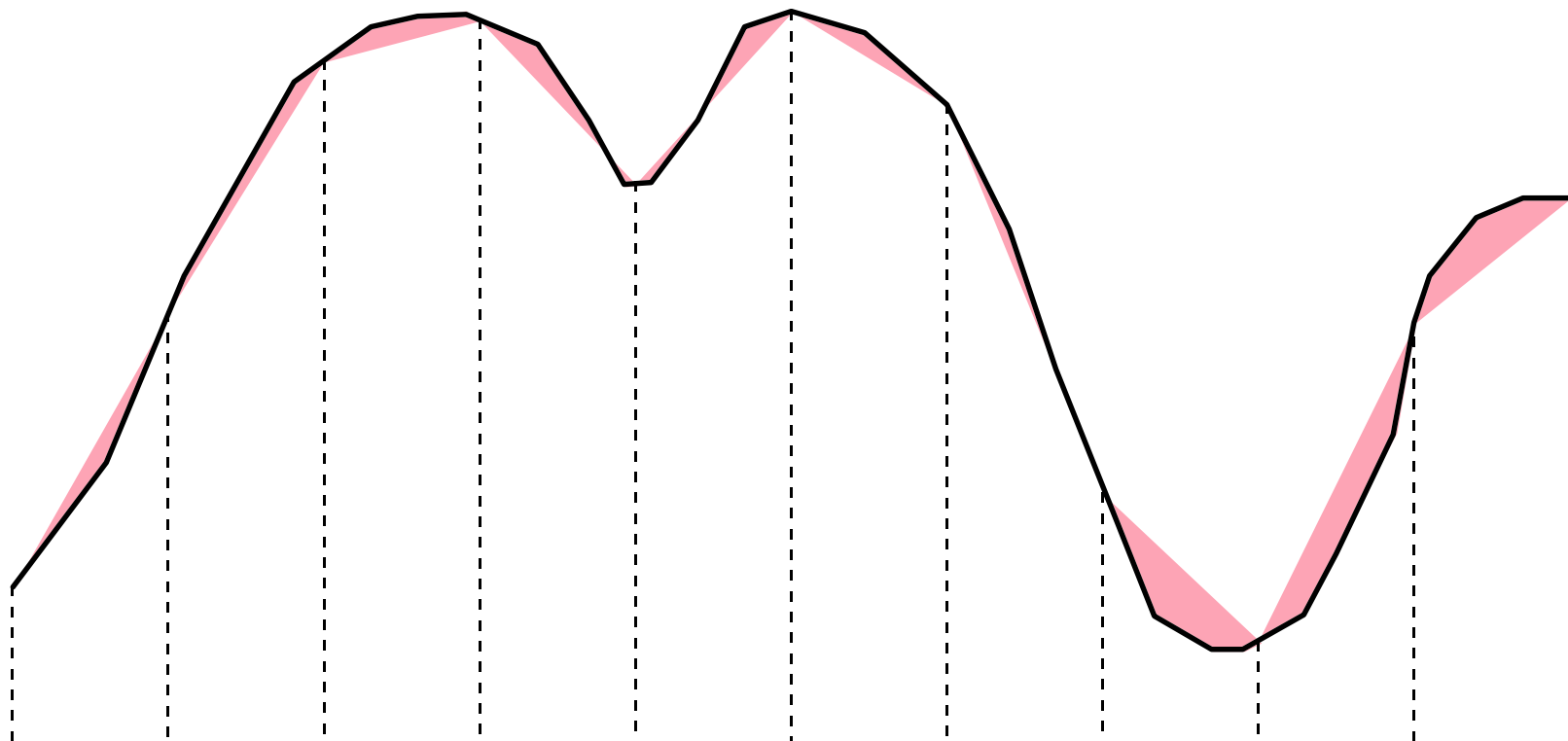
Charakteristiky sítě

- ➔ **hustota** (počet elementů na jednotku plochy)
 - větší hustota \Rightarrow přesnější aproximace radiosity
- ➔ **stupeň interpolace**, (řád spojitosti, ..)
 - vyšší stupeň \Rightarrow lepší interpolace (i výp. náročnost)
- ➔ **topologie sítě** (trojúhelníky, čtyřúhelníky)
- ➔ **tvar elementů** (kompaktnost, “aspect ratio”)
 - poměr poloměrů kružnic vepsané a opsané

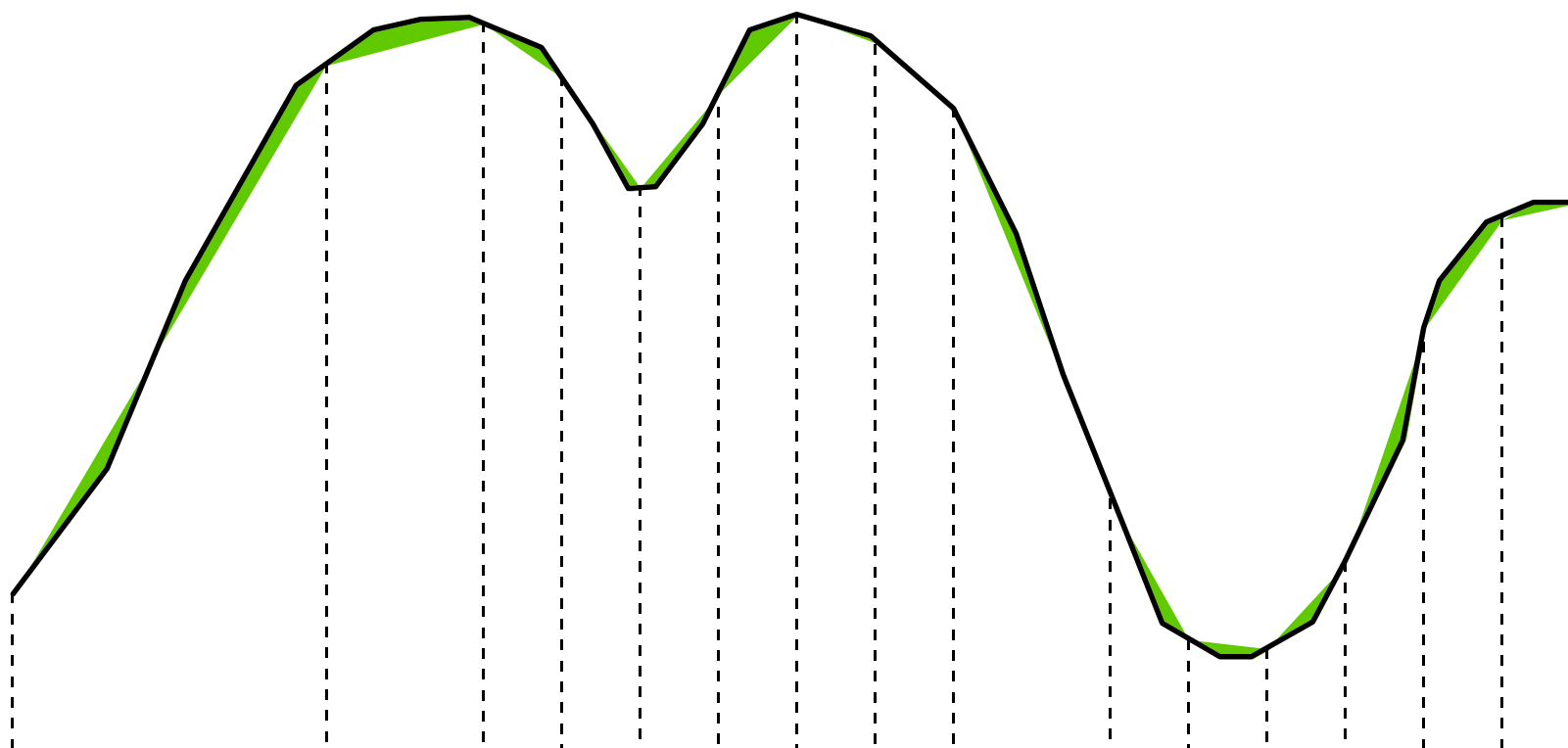
Řídká síť (s lineární interpolací)



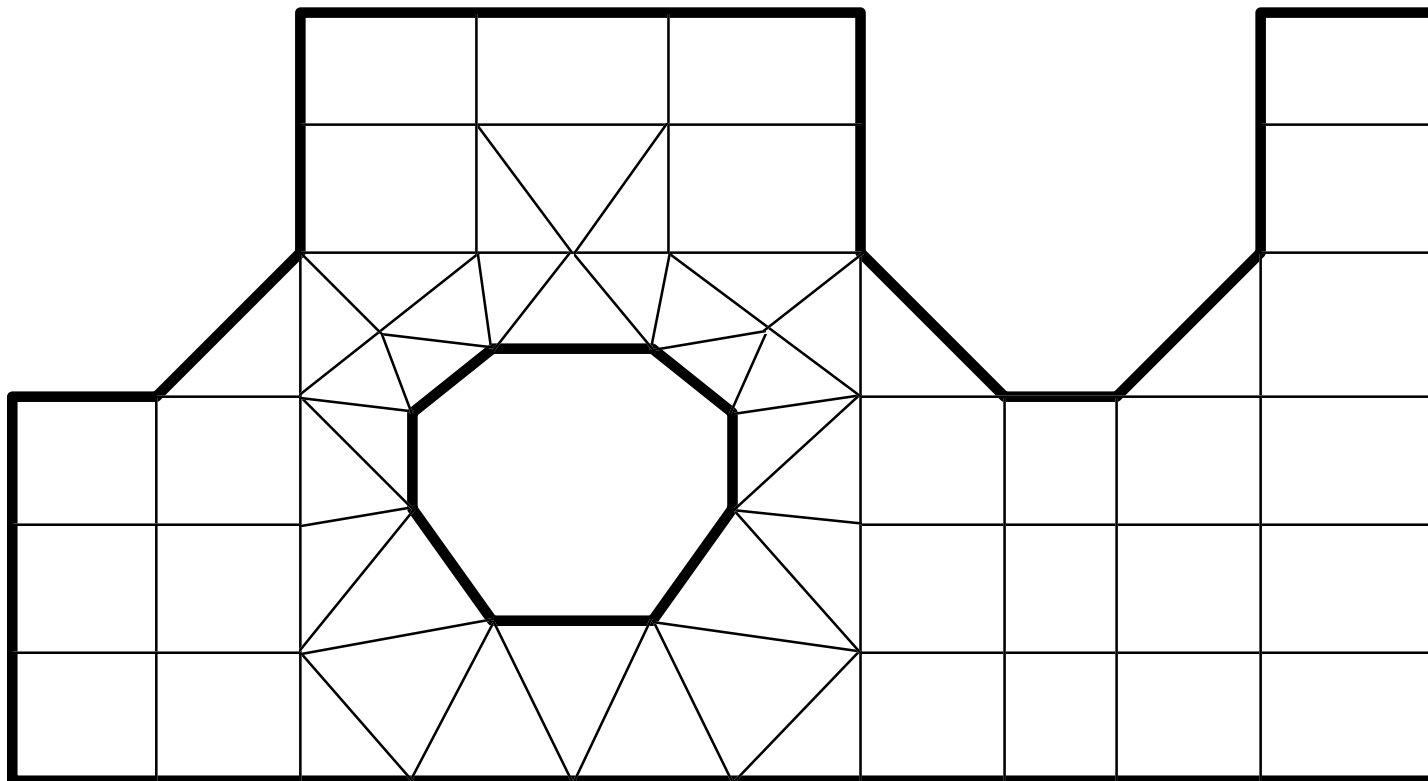
Hustá síť



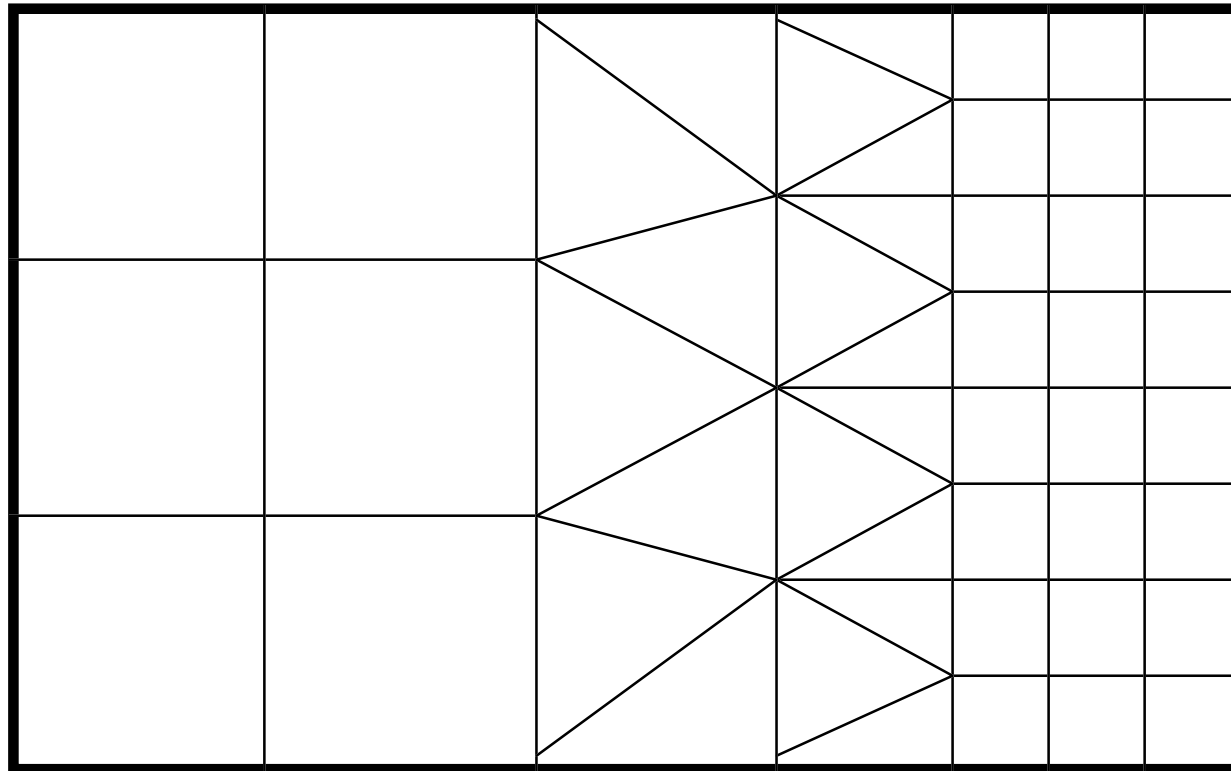
Adaptivní síť



Smíšená topologie



Přechod mezi různými hustotami



Automatické generování sítě

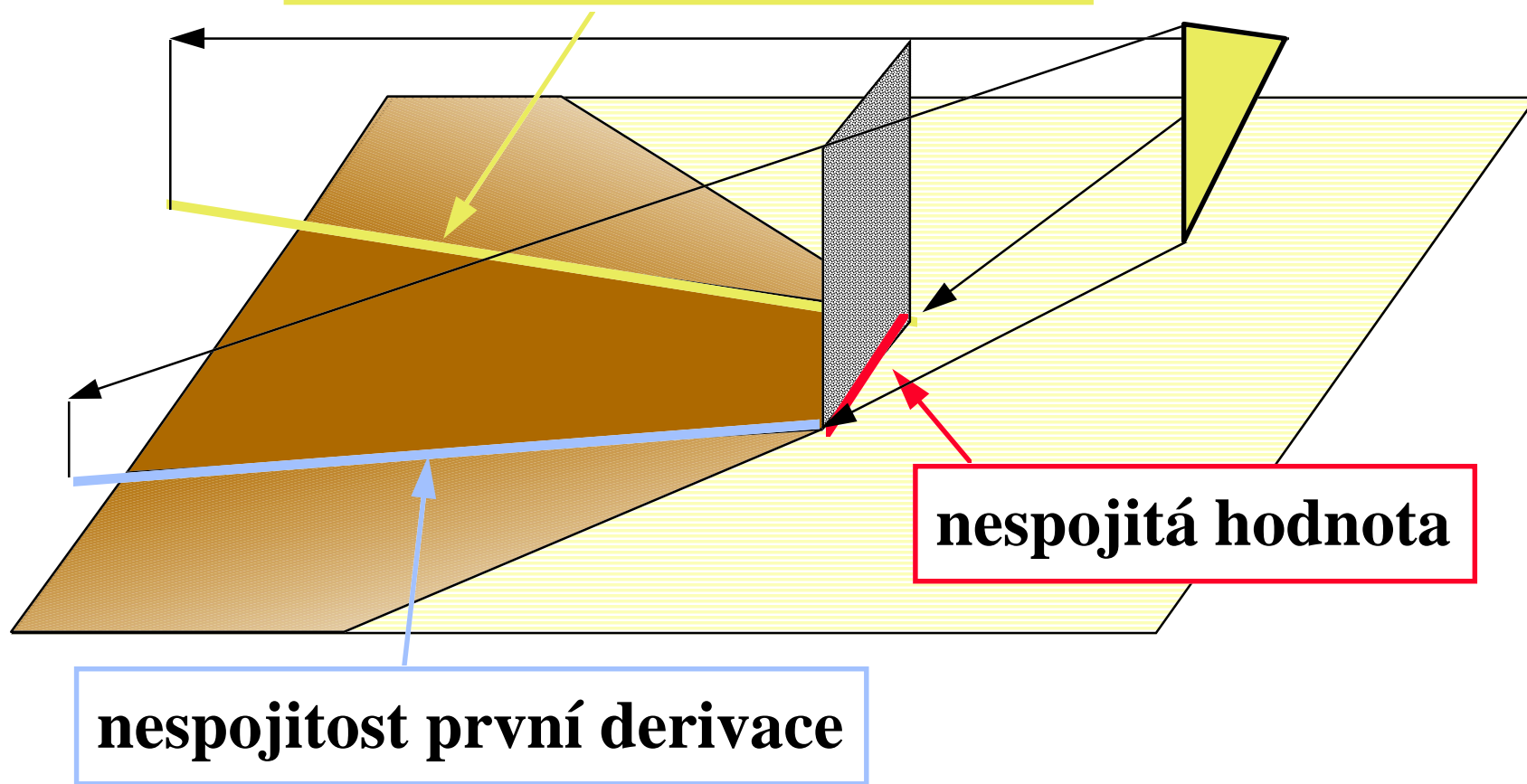
- **bez znalosti** průběhu funkce
 - uniformní a neuniformní generátory
- **“A priori”** znalost průběhu funkce
 - před vlastním výpočtem radiační soustavy rovnic
 - síť generovaná např. podle linií nespojitosti
- **“A posteriori”** znalost průběhu funkce
 - po (alespoň částečném) výpočtu radiosit
 - relokace uzlů, (adaptivní) zjemňování, zvyšování stupně interpolace, ..

Sít' indukovaná nespojitostmi

- ◆ v běžných scénách je průběh funkce radiosity **po částech hladký**
 - hranice hladkých oblastí jsou tvořeny liniemi nespojitosti různého řádu
- ➔ **linie nespojitosti** se dají spočítat “a priori”
 - pouze z geometrického zadání scény
- ➔ různé metody konstrukce sítě
 - Nishita, Nakamae ('85), Campbell ('91): “VE události”, Heckbert, Lischinski *et al.* ('92)

Druhy nespojitosti

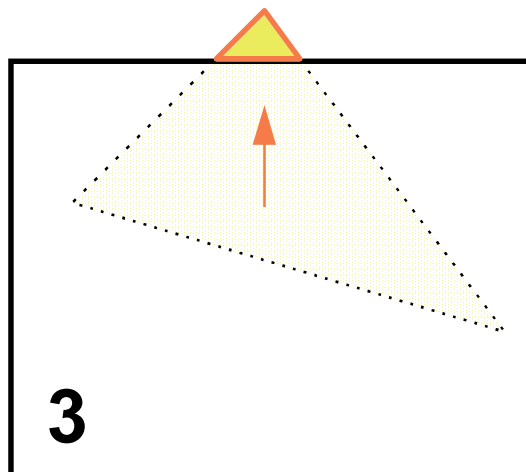
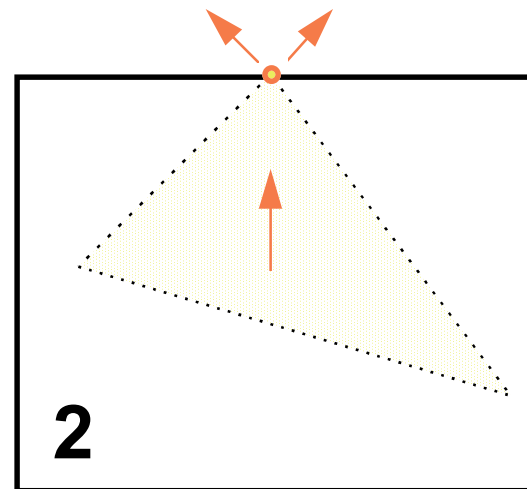
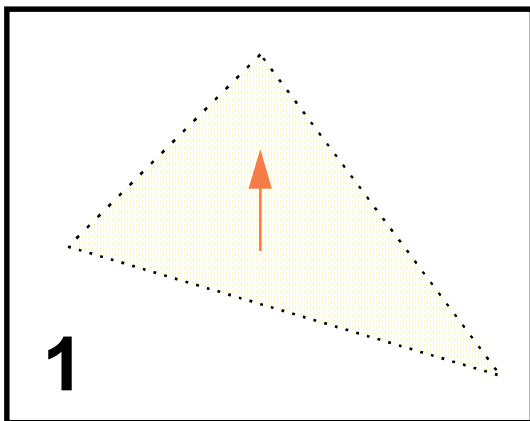
nespojitosť druhej derivace



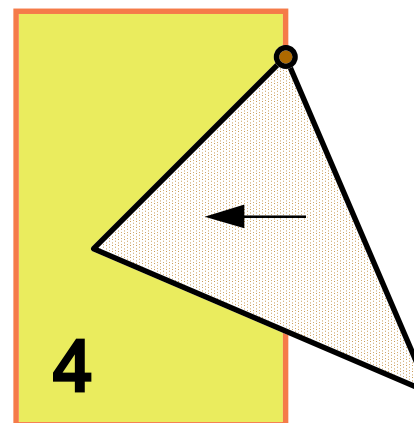
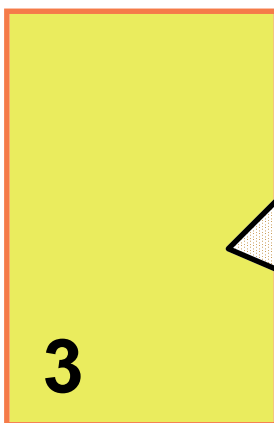
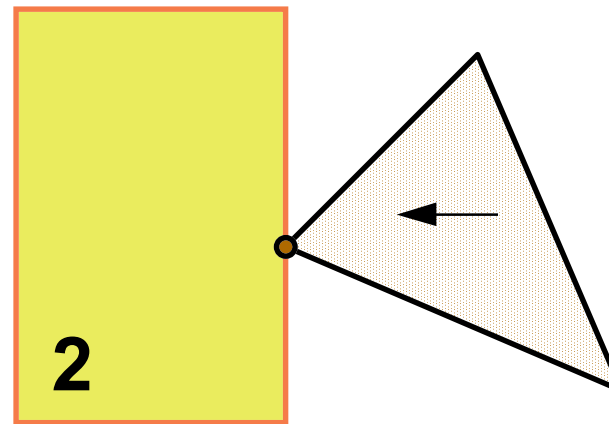
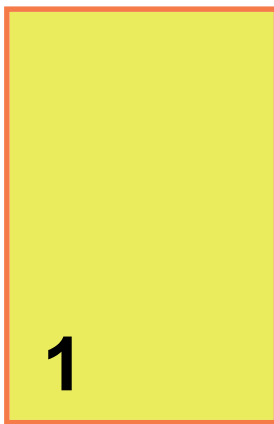
nespojita hodnota

nespojitosť prvej derivace

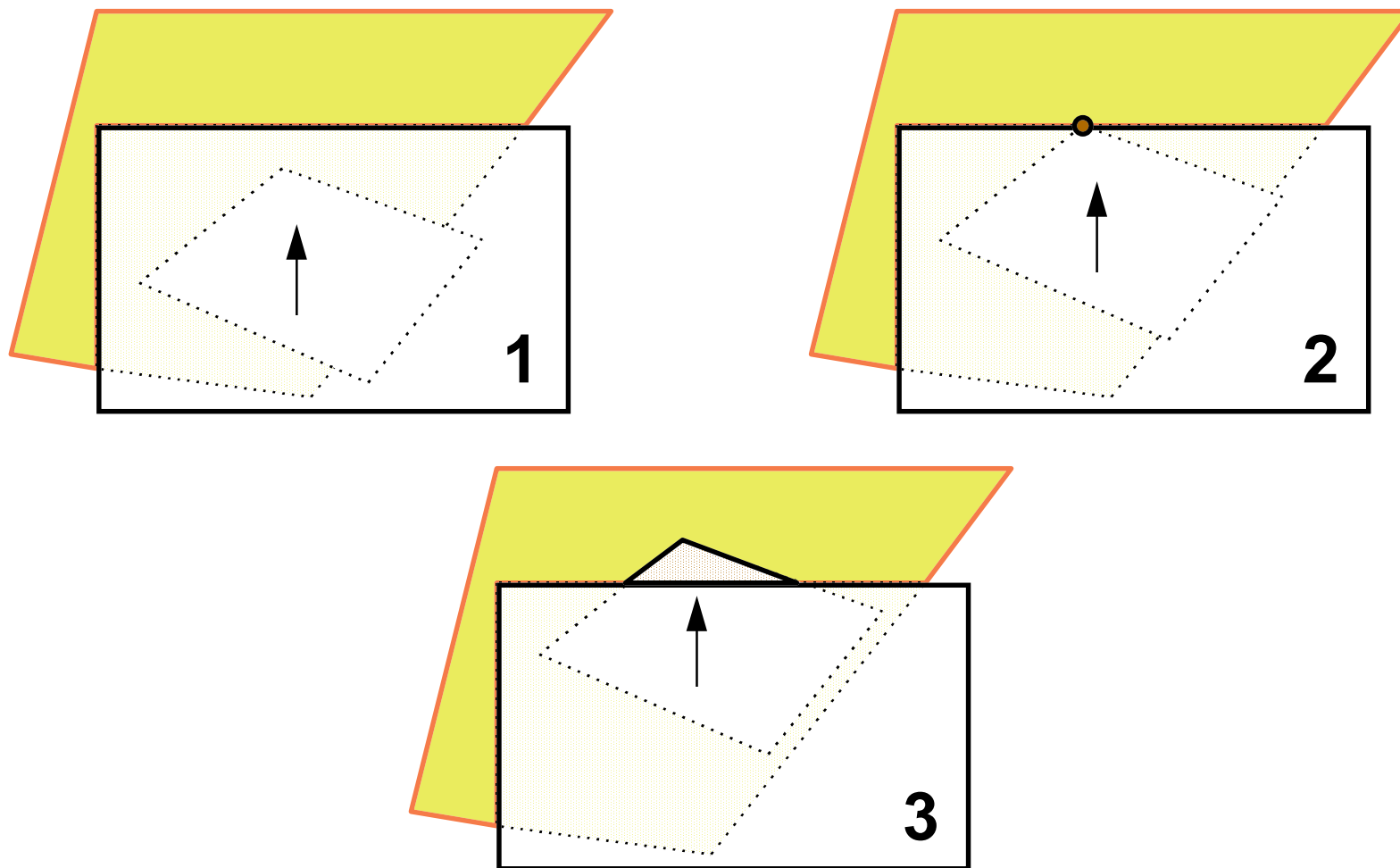
VE událost (nespojitosť 2. řádu)



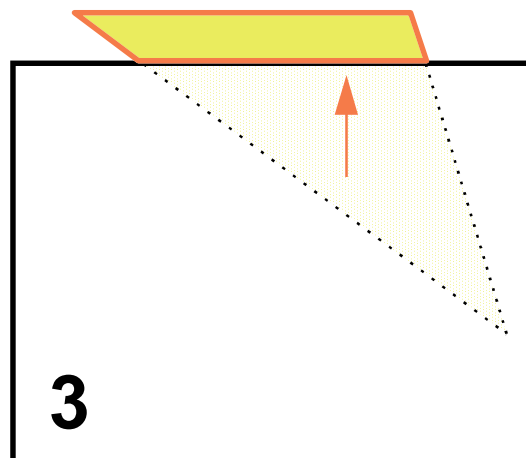
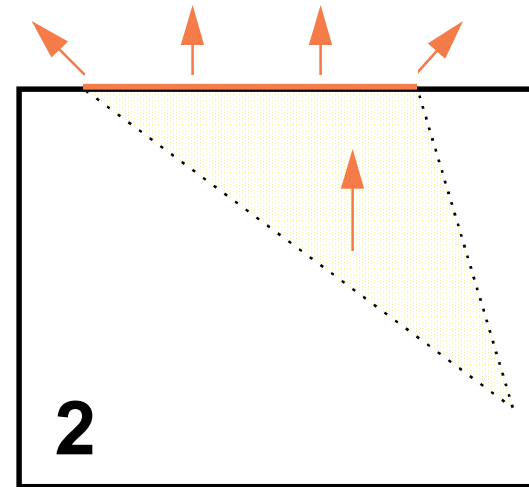
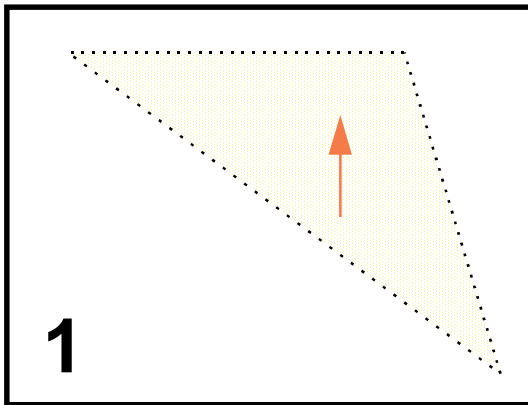
VE události (nespojivosti 2. řádu)



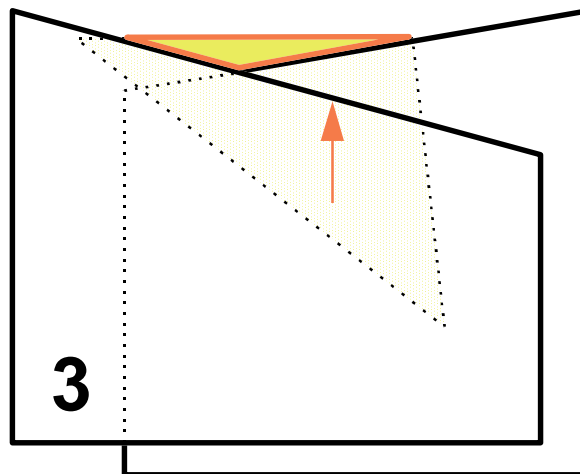
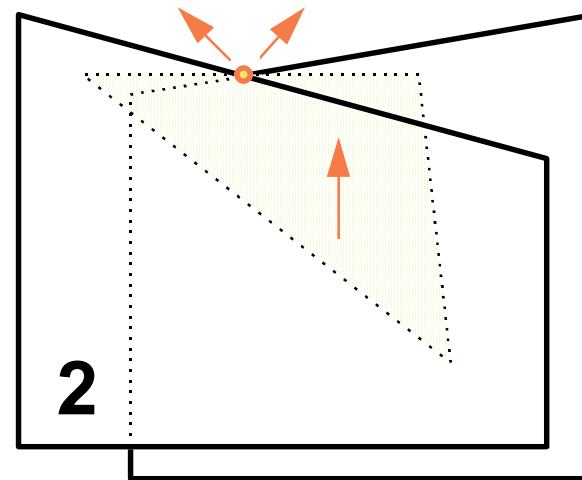
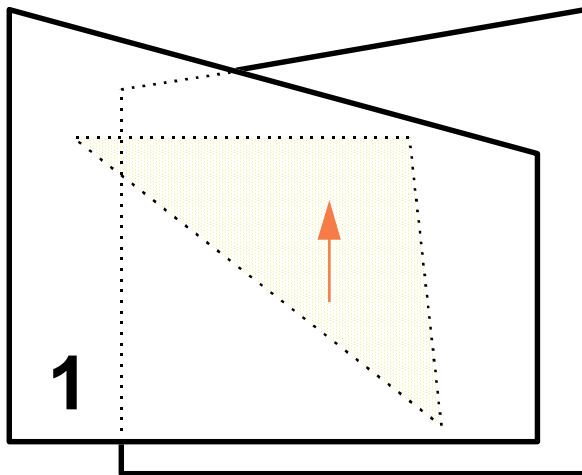
VE událost (nespojitosť 2. řádu)



EE událost (nespojitosť 1. řádu)



EEE událost (složitější geometrie)

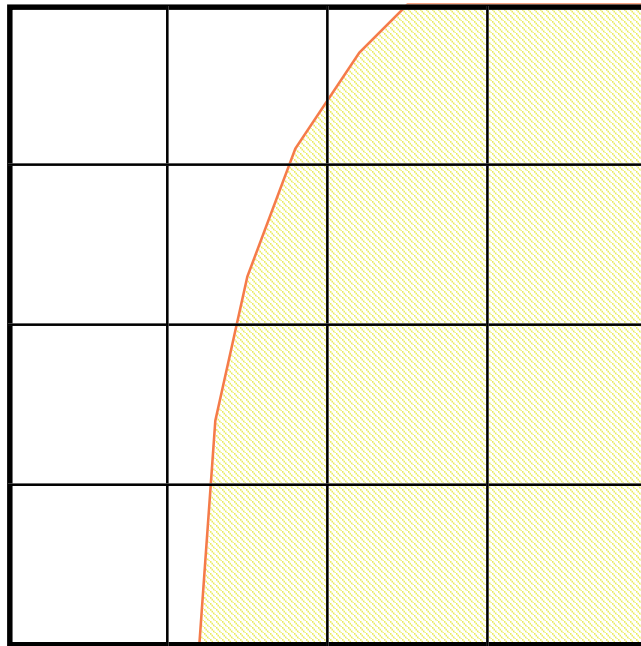


Relokace uzlů sítě

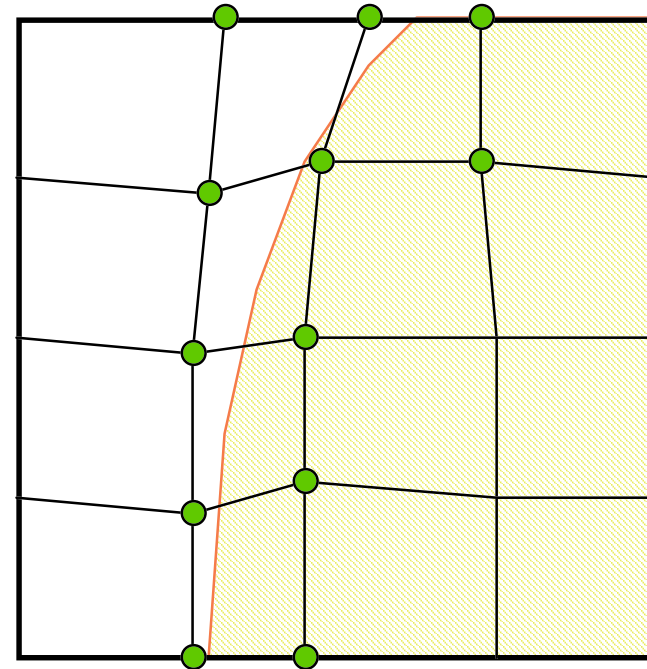
- ◆ **posunutím vrcholu sítě** se snažím vyrovnat aproximační chybu sousedních elementů
 - neměním topologii sítě ani počet elementů
- ➔ vrchol je přitahován k elementům s největší chybou
 - \mathbf{x}_i , \mathbf{e}_i a \mathbf{A}_i jsou těžiště, chyby a plochy sousedních elementů, \mathbf{P} je nová poloha vrcholu:

$$\mathbf{P} = \frac{\sum_i \mathbf{A}_i \mathbf{x}_i \mathbf{e}_i}{\sum_i \mathbf{A}_i}$$

Relokace uzlů sítě



pravidelná síť



po relokaci

Adaptivní zjemňování sítě

- ◆ aproximační chyba se zmenšuje **lokálním zvětšováním hustoty sítě**
 - element s velkou chybou se rozdělí na několik menších
- ➔ odhad aproximační chyby
 - metody založené výpočtu gradientu, rezidua, ..
- ➔ při dělení elementů se musí zachovávat spojitost aproximované funkce
 - přechody mezi různými hustotami sítě

Algoritmus adaptivního dělení

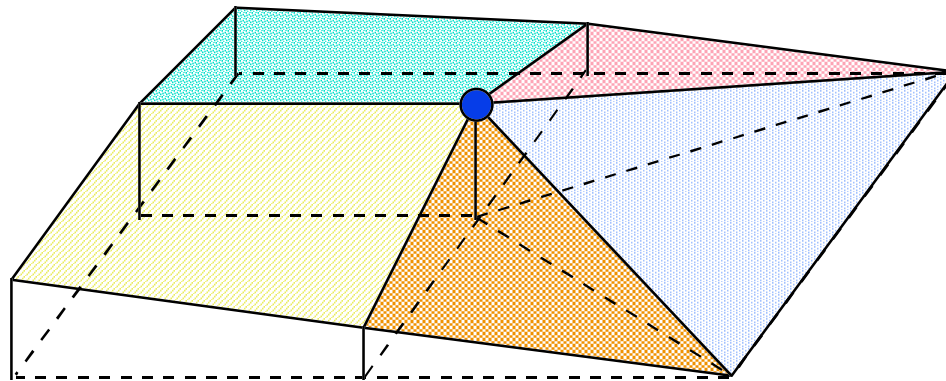
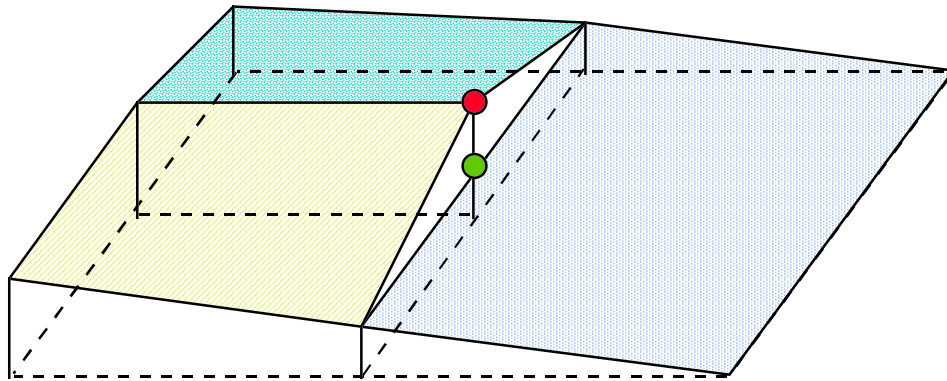
Cohen a spol. (1986):

```
"inicializace sítě";
"výpočet konfiguračních faktorů  $F_{ij}$ ";
"řešení soustavy lineárních rovnic";
while ( "existují elementy s velkou chybou" &&
        "elementy nemají minimální velikost" ) {
    "odhad chyby porovnáním radiosit sousedů";
    "rozdělení elementů s chybou mimo toleranci";
    for ( "každý nový element  $i$ " ) {
        "výpočet konfiguračních faktorů  $F_{ij}$ "
        "výpočet radiosity  $B_i$  pomocí starých radiosit";
    }
}
```

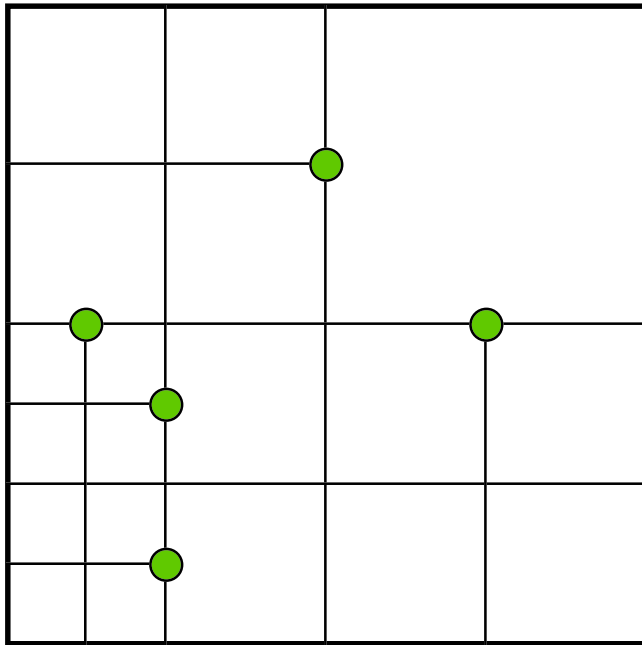
Strategie dělení (odhad chyby)

- ➔ **rozdíl hodnot** sousedních elementů (Cohen)
 - hustší síť v místech s rychlými změnami osvětlení
- ➔ **gradientní metody** (Vedel a Puech, ..)
 - rozdíl prvních derivací (diferenciálů, gradientů)
- ➔ **kritéria vyšších řádů**
 - např. porovnání bilineární a bikubické interpolace
- ➔ **použití rezidua** (Lischinski, Campbell)
 - odhad průběhu funkce uvnitř elementu

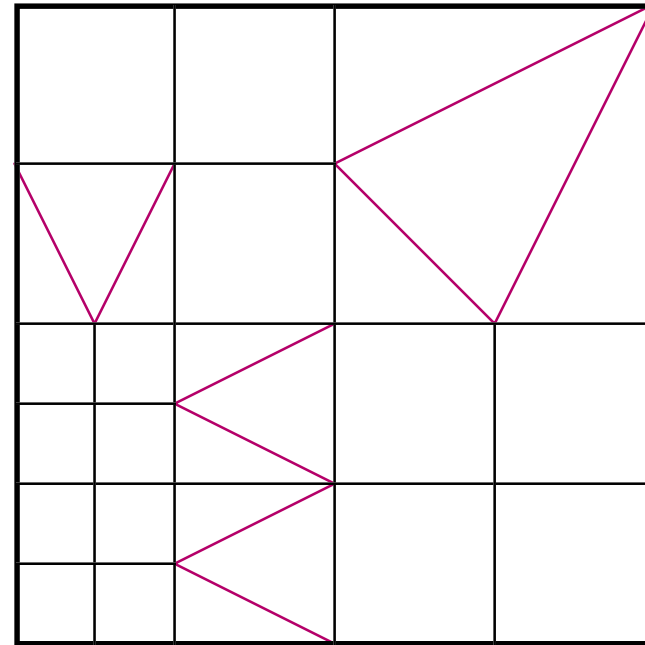
Nespojitost v “T-vrcholu”



“Tri-quadtree” (Baum a spol.)

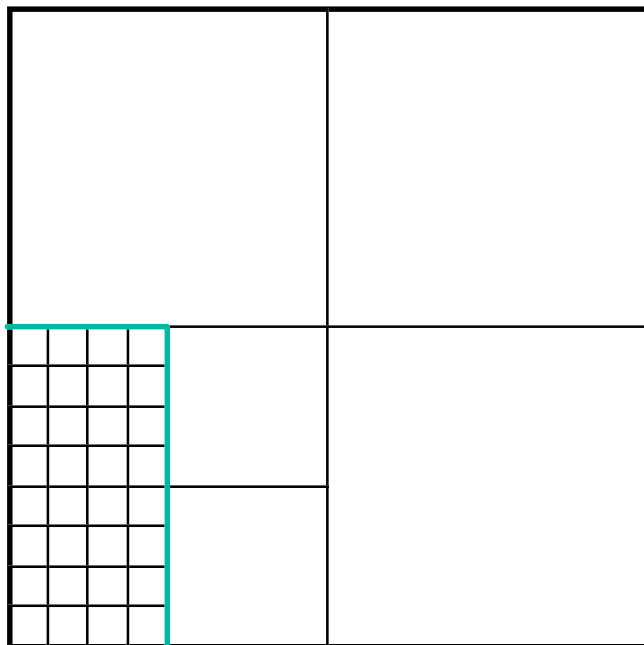


quadtree obsahuje
T-vrcholy

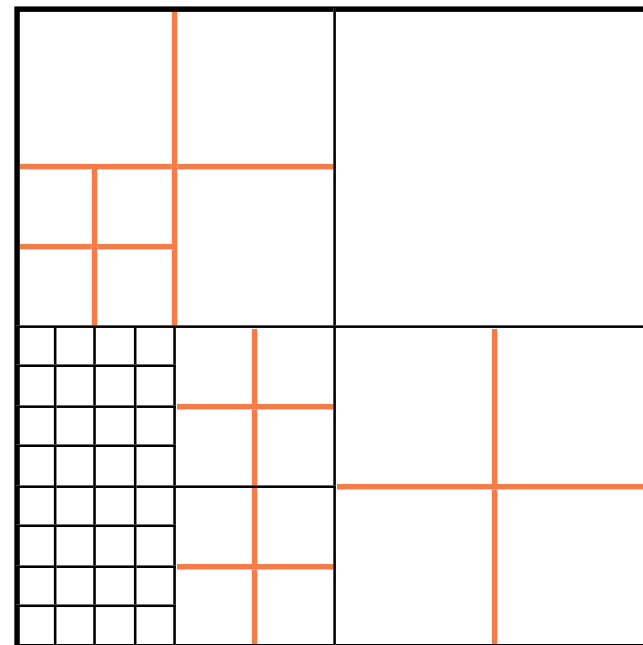


“tri-quadtree”

Omezený kvadrantový strom



hranice s velkým
rozdílem hustoty



omezení stromu

Konec

Další informace:

- **M. Cohen, J. Wallace:** *Radiosity and Realistic Image Synthesis*, Academic Press, 1993, 136-166, 209-241
- **P. Heckbert:** *Discontinuity meshing for radiosity*, The 3rd EGWR, Bristol 92, 203-226
- **D. Lischinski et al.:** *Discontinuity meshing for accurate radiosity*, IEEE CG&A, Nov 92, 25-39