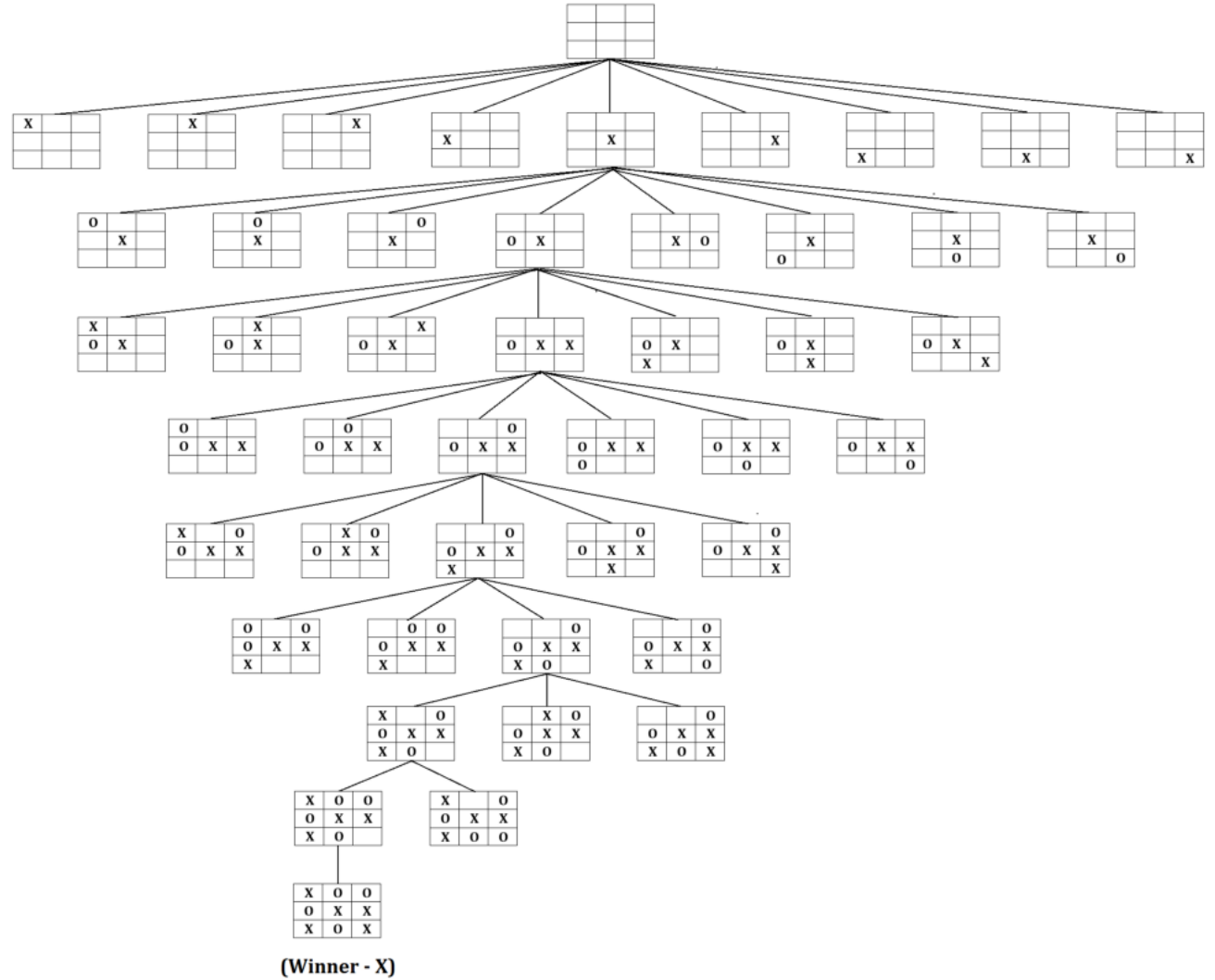


Stromové prehľadávanie Monte Carlo v kartových a iných hrách

Jakub Kaššák

Školiteľ - doc. RNDr. Ján Mazák, PhD.

Herný strom



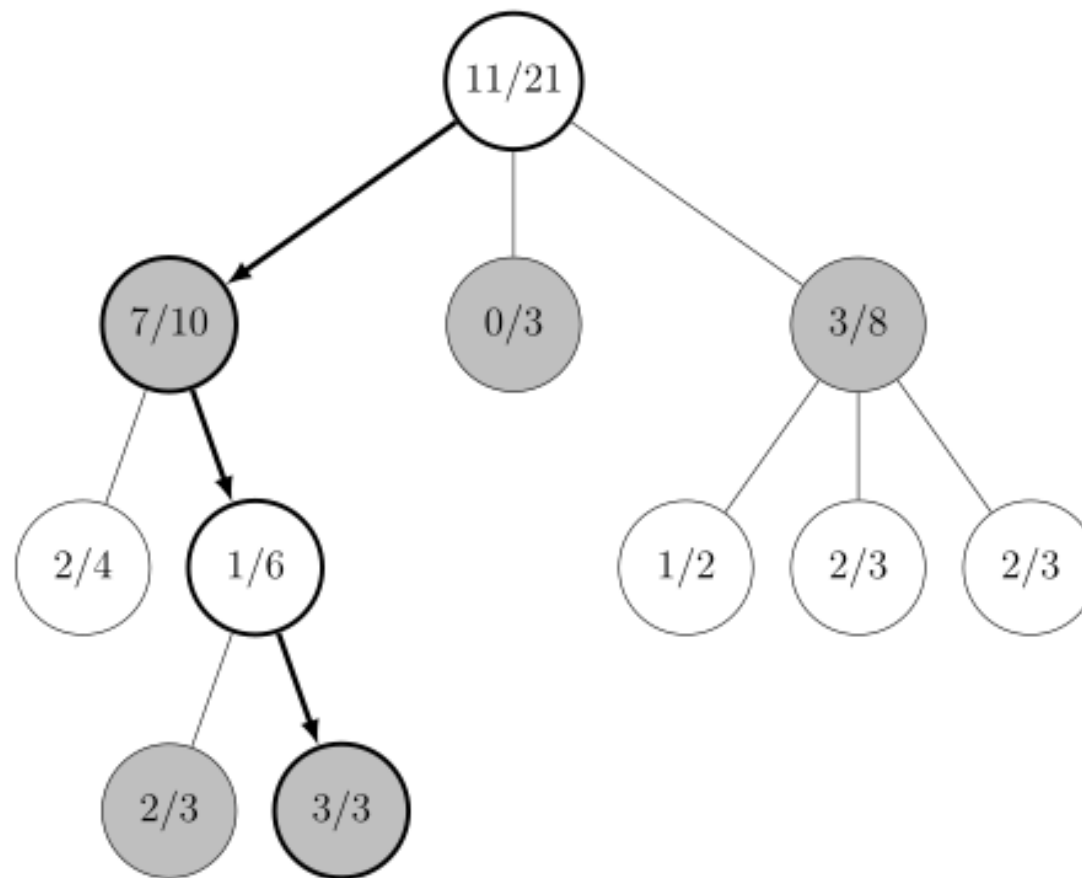
Motivácia – hra Go

- Stupeň vetvenia 250
- 2006 - Kocsis a Szepesvári
- AlphaGo

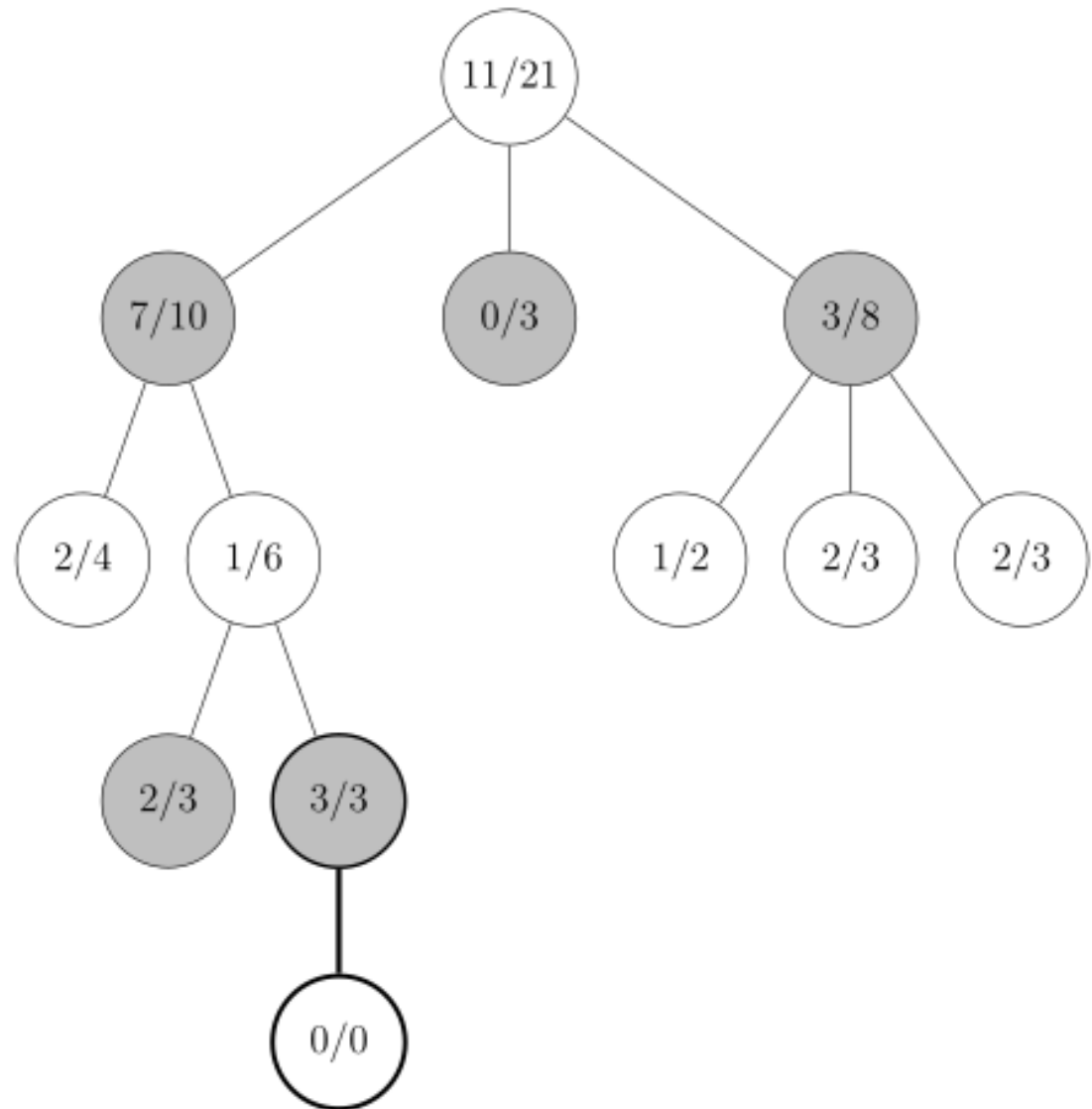
Monte Carlo tree search

1. Selekcia
2. Expanzia
3. Simulácia
4. Spätná propagácia

1. Selekcia

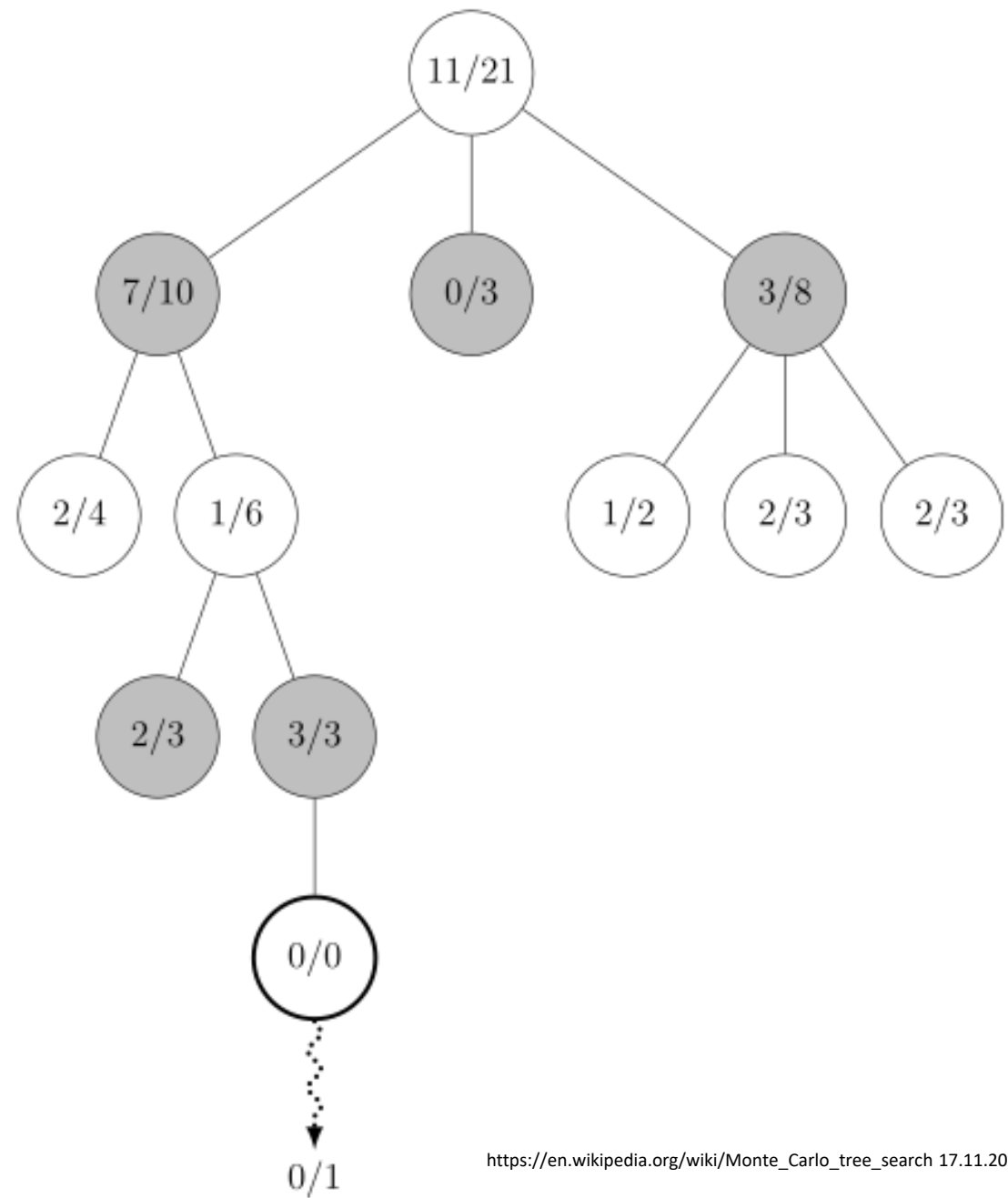


2. Espanzia



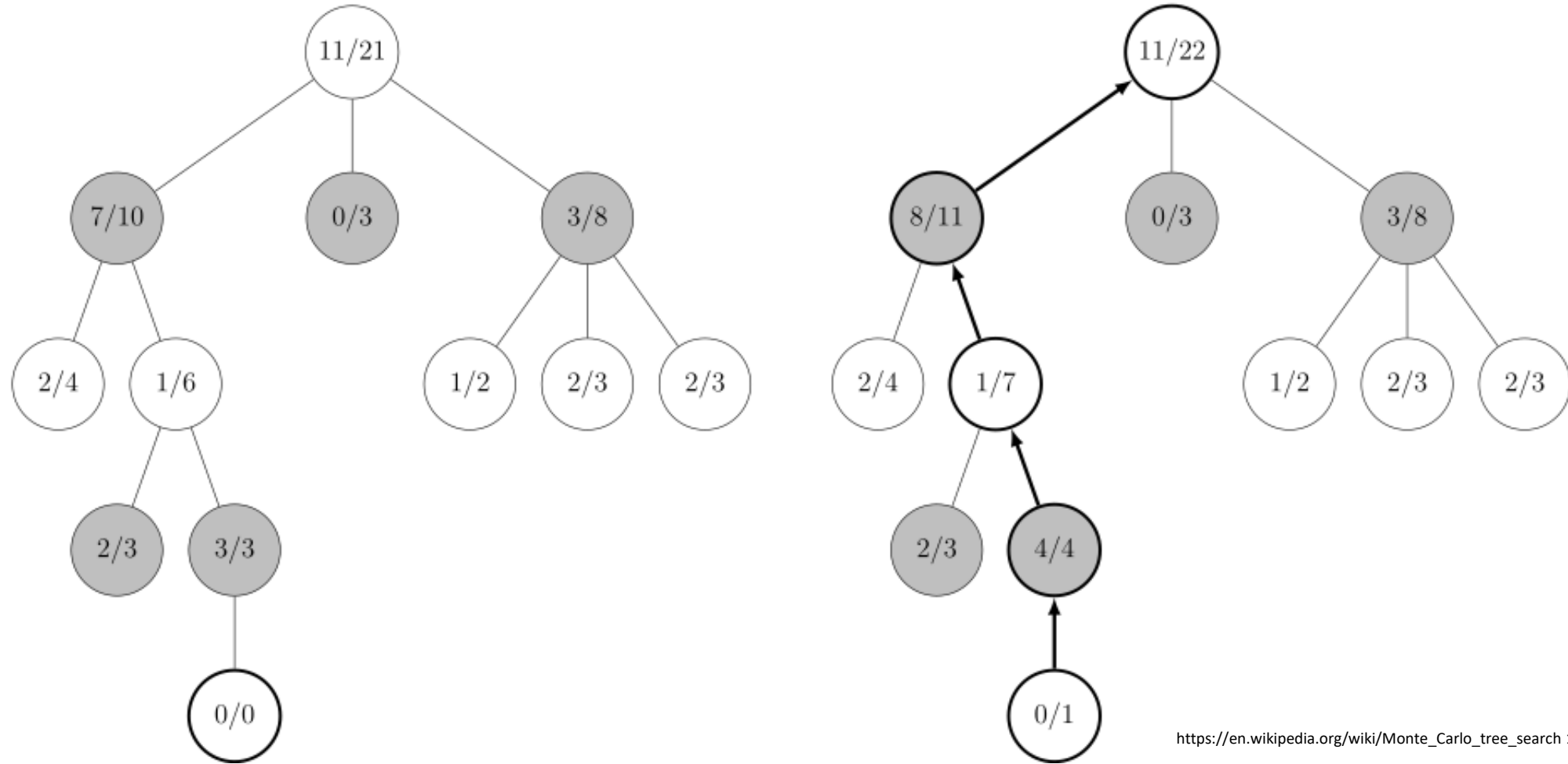
https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_tree_search 17.11.2022

3. Simulácia



https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_tree_search 17.11.2022

4. Spätná propagácia



https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_tree_search 17.11.2022

UCT funkcia

$$\frac{w_i}{n_i} + \sqrt{c \cdot \frac{\ln(N)}{n_i}}$$

w_i - počet výhier i-teho dieťaťa
 n_i - počet simulácií i-teho dieťaťa
 N - počet simulácií rodiča
 c - exploračná konštanta

Nasledujúci ťah

- Iterácia fáz 1-4
- Minutie výpočtového rozpočtu
- Najviac navštívené dieťa - „robust child“

Cieľ práce

„Implementovať varianty stromového prehľadávania Monte Carlo pre vybrané hry, preskúmať ich výkonnosť a porovnať ich s inými algoritmami na hranie hier.“

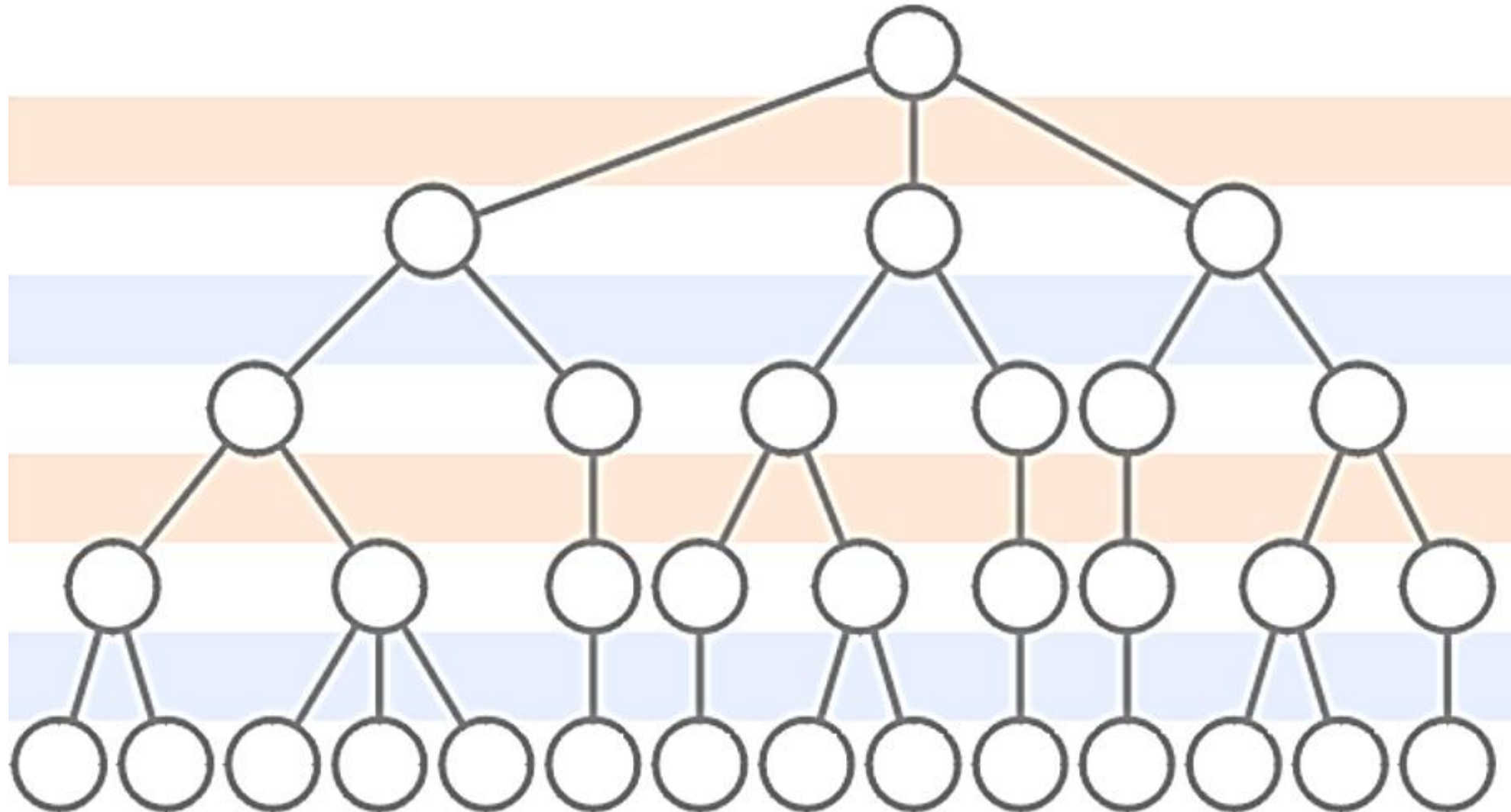
Hra Faraón

- 32 kariet
- Farba na farbu
- Hodnota na hodnotu
- 2 hráči
- Úplná informácia
- Ťažké heuristicky ohodnotiť pozíciu

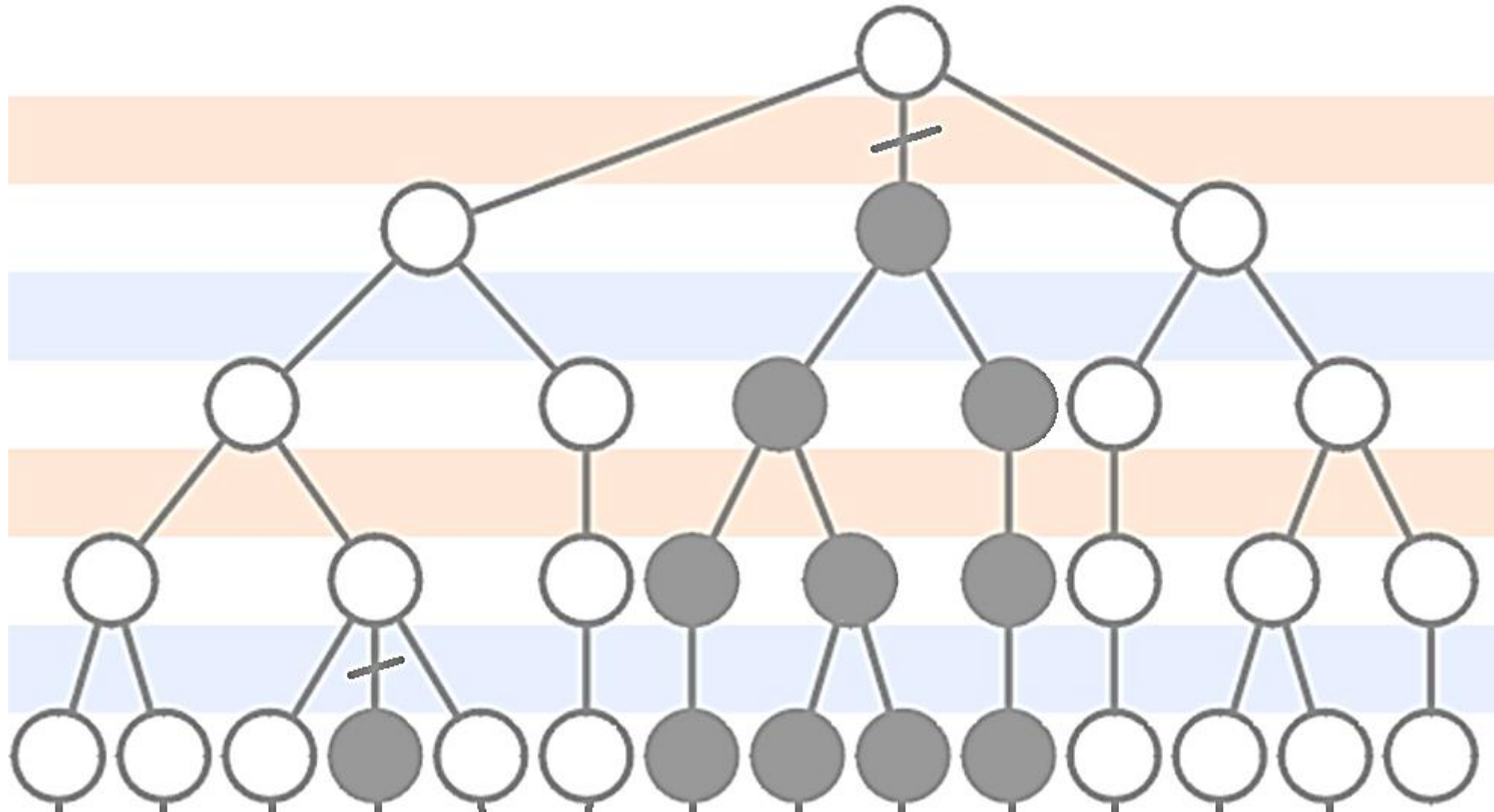
Implementácia

- Logika hry
- MCTS + Heuristické orezávanie ťahov + Beam Search
- Alternatívne algoritmy – Backtracking, Heuristickí hráči

Heuristické orezávanie ťahov



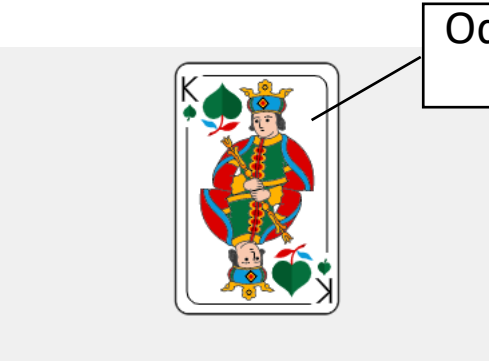
Heuristické orezávanie ťahov



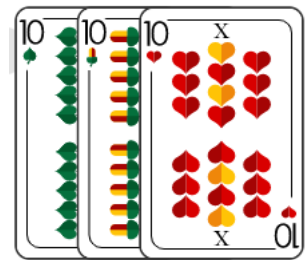
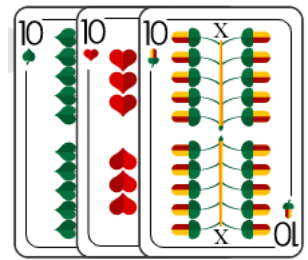
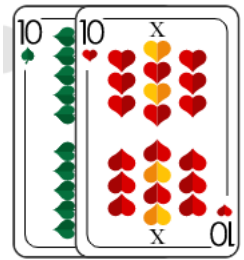
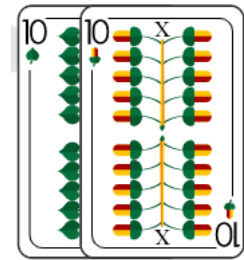
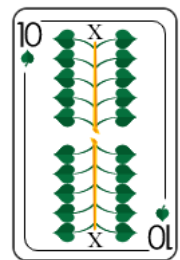
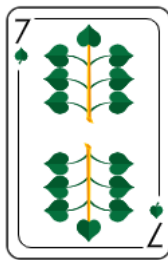
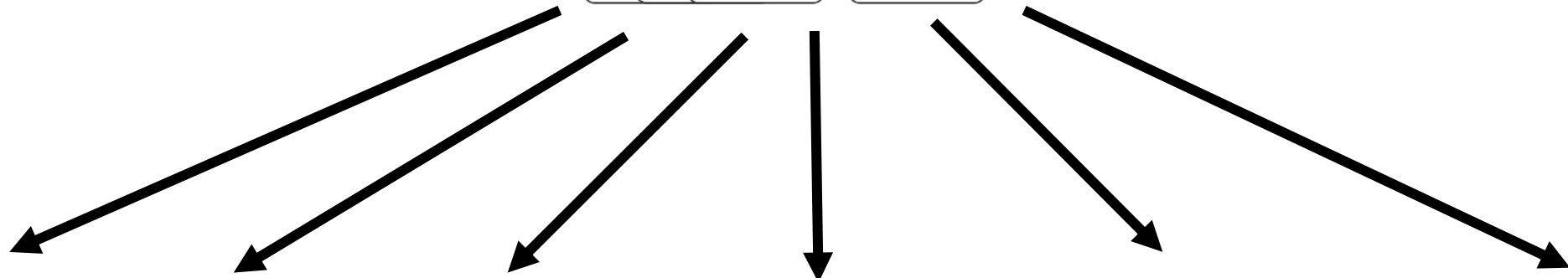
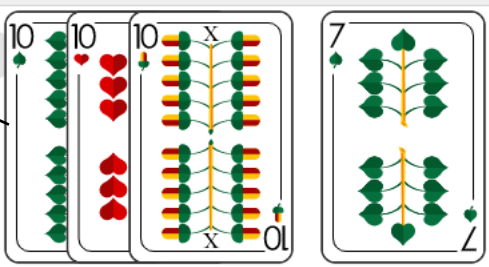
Heuristiky

- zamiešaj
- najväčšia n-tica
- najmenšia n-tica

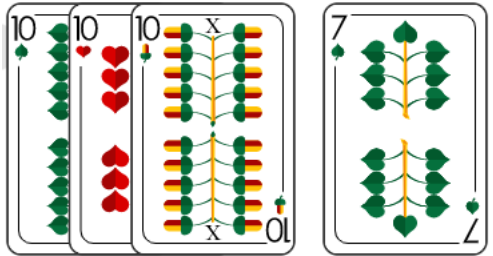
Odhadzovací balíček



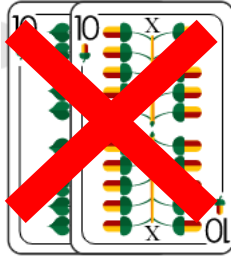
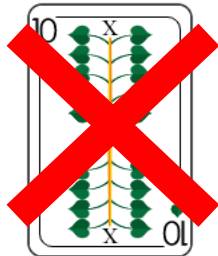
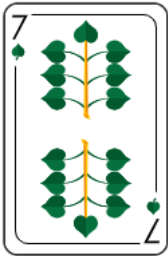
Karty na ruce



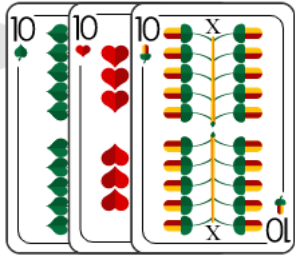
Najväčšia n-tica



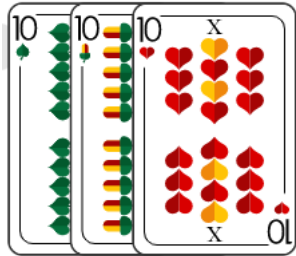
3.



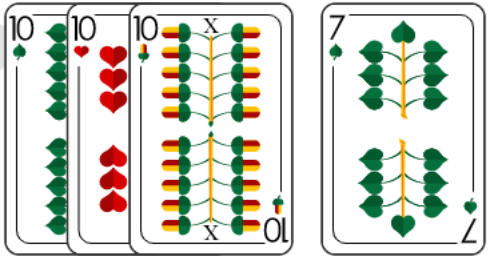
1.



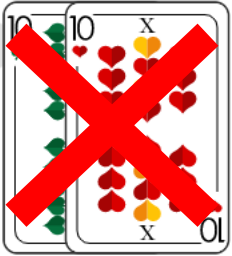
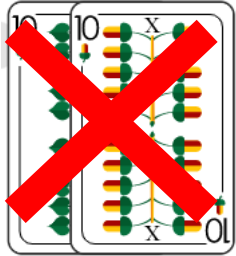
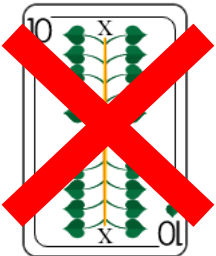
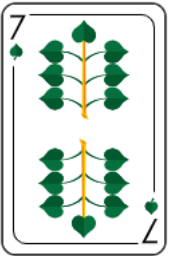
2.



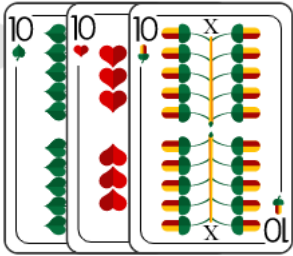
Najmenšia n-tica



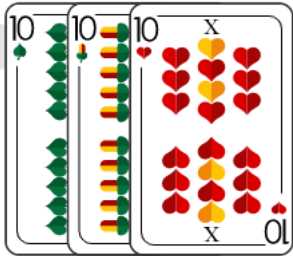
1.



2.



3.



Optimalizácia parametrov MCTS

- 1) Počet iterácií
- 2) Exploračná konštanta
- 3) Heuristika na orezávanie ťahov

$$\frac{w_i}{n_i} + \sqrt{\mathbf{c} \cdot \frac{\ln(N)}{n_i}}$$

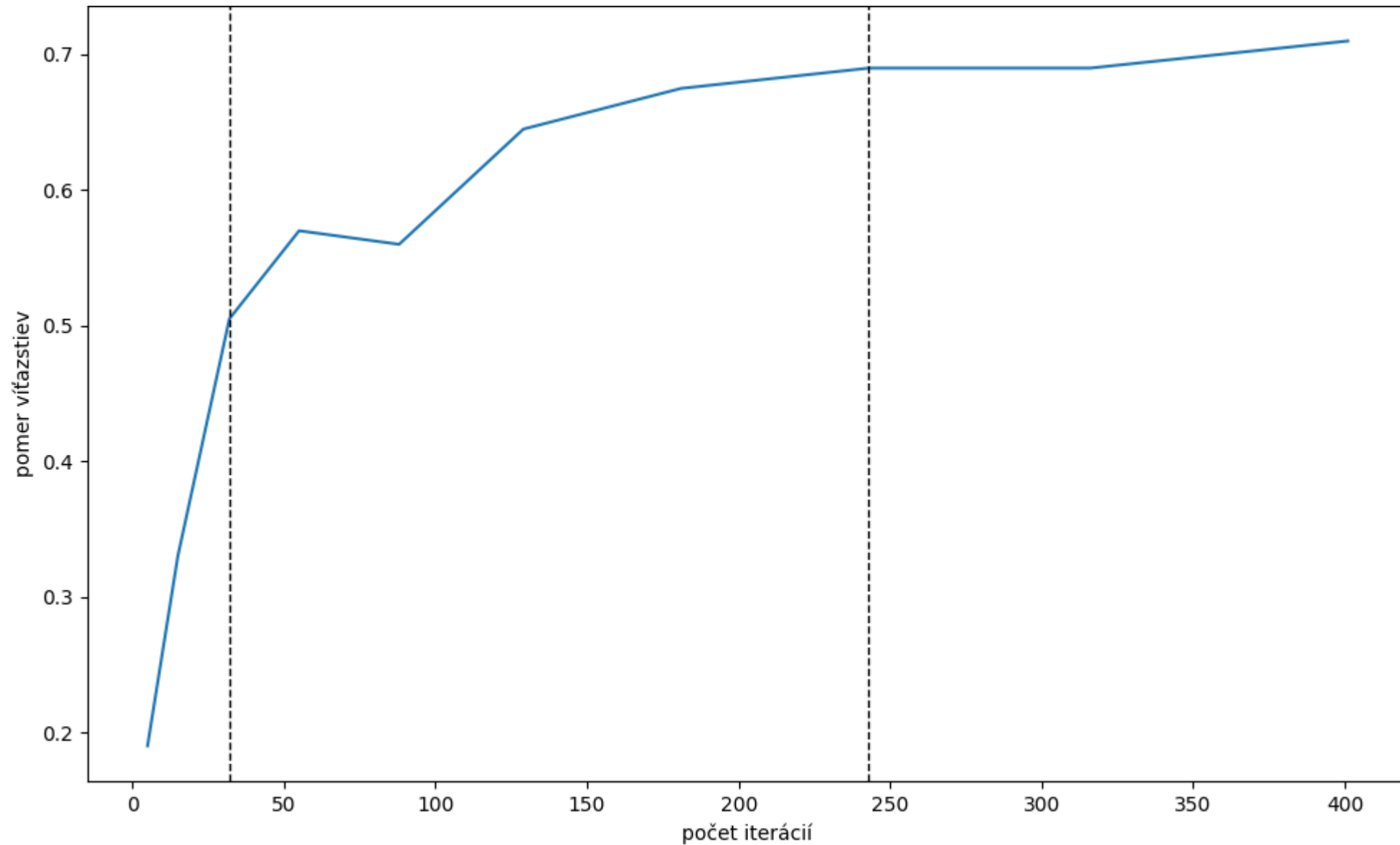
Heuristiky

zamiešaj

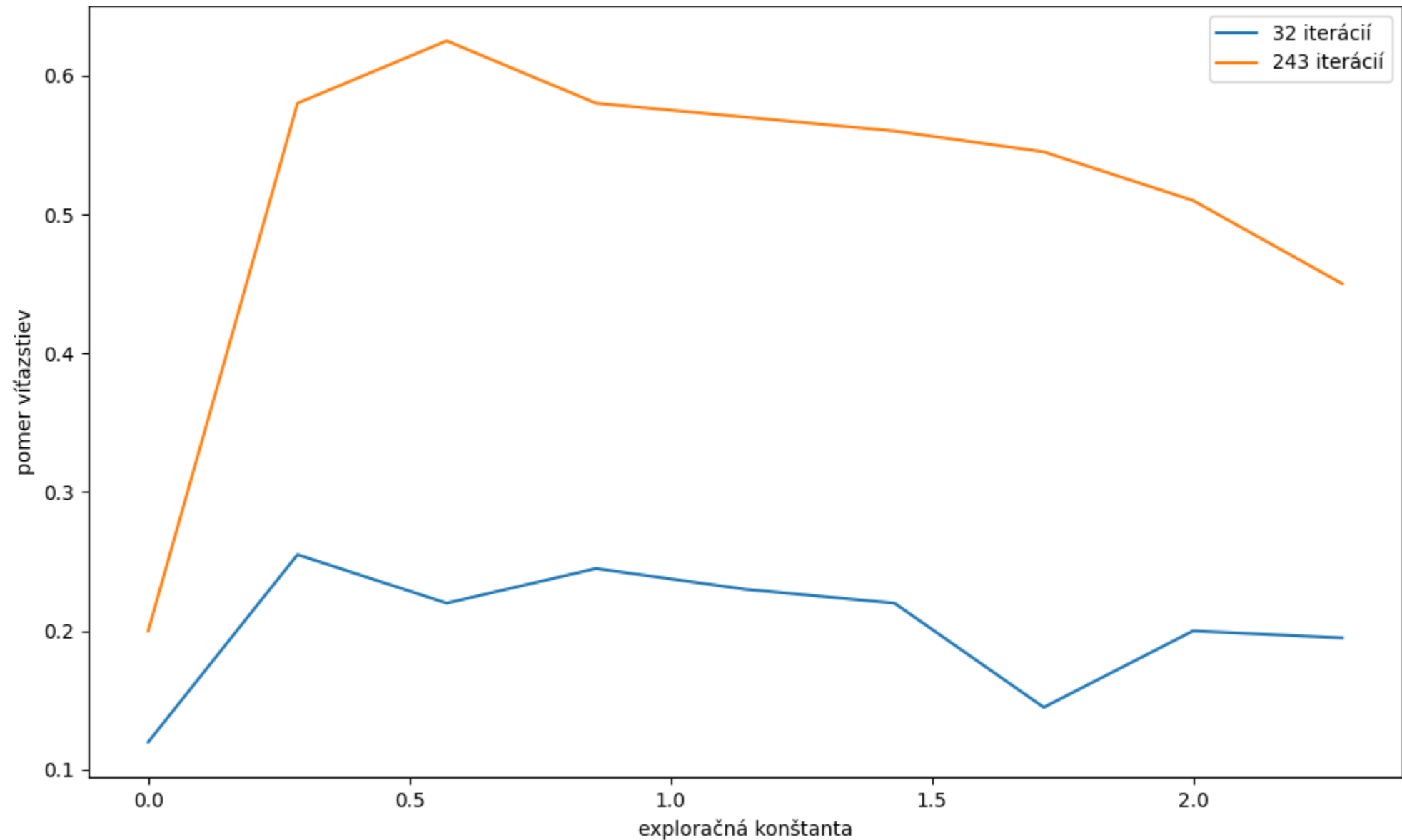
najväčšia n-tica

najmenšia n-tica

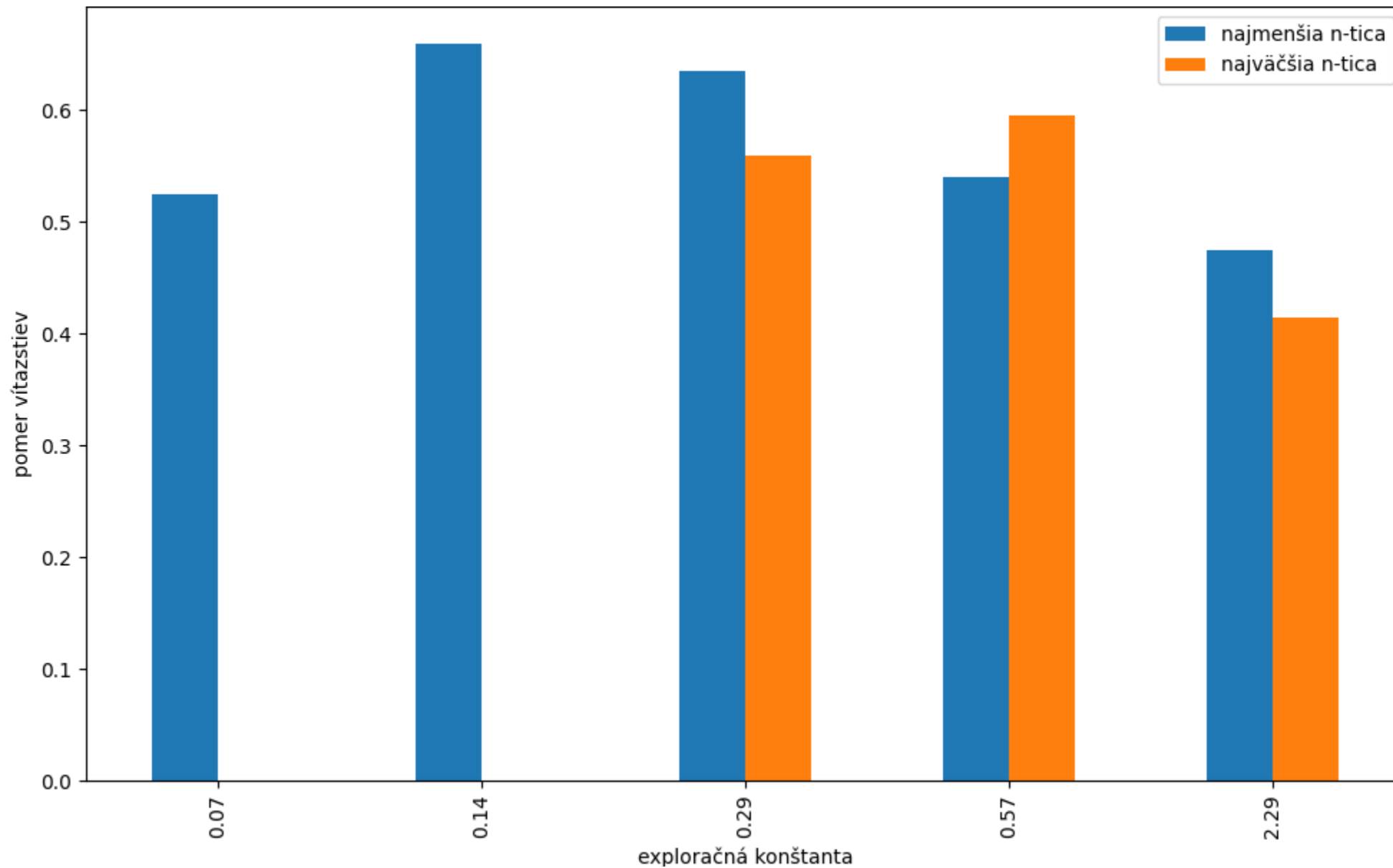
Pomer víťazstiev vzhľadom na počet iterácií



Pomer víťazstiev s rôznymi hodnotami expl. konštanty



Porovnanie heuristík



Turnaj

Meno	Typ	Počet iterácií	Heuristika	Exploračná konštanta
ZÁKLAD	MCTS	243	zamiešaj	2.0
EXPL	MCTS	243	zamiešaj	0.57
HEUR_32	MCTS	32	najmenšia n-tica	0.29
HEUR	MCTS	243	najmenšia n-tica	0.14
BACKTRACK	backtracking		najmenšia n-tica	
BACKTRACK2	backtracking		zamiešaj	
OTRAVA	heuristický		rob napriek + najmenšia n-tica	
NAJMENŠÍ	heuristický		najmenšia n-tica	
NAJVÄČŠÍ	heuristický		najväčšia n-tica	
NÁHODNÝ			zamiešaj	

Turnaj - výsledky

Umiestnenie	Meno	Skóre	Priemerný pomer víťazstiev	Priemerný čas na ťah (sekúnd)
1	HEUR	9	0.85	11.13
2	EXPL	8	0.80	14.64
3	ZÁKLAD	7	0.73	15.66
4	HEUR_32	6	0.65	1.99
5	BACKTRACK	4	0.49	6.9
	OTRAVA	4	0.43	0
7	NAJMENŠÍ	3	0.41	0
8	NAJVÄČŠÍ	2	0.38	0
9	BACKTRACK2	1	0.25	6.8
10	NÁHODNÝ	0	0.11	0

Turnaj – verzia s rovnakým rozdaním

Vítazstvá

meno	HEUR	EXPL	ZÁKLAD	BACKTRACK	OTRAVA	priemer
HEUR	-	0.37	0.33	0.57	0.83	0.53
EXPL	0.17	-	0.40	0.60	0.87	0.51
ZÁKLAD	0.03	0.17	-	0.53	0.67	0.35
BACKTRACK	0.03	0.03	0.10	-	0.17	0.08
OTRAVA	0.03	0.00	0.00	0.23	-	0.07

Remízy

meno	HEUR	EXPL	ZÁKLAD	BACKTRACK	OTRAVA	priemer
HEUR	-	0.46	0.64	0.40	0.14	0.4100
EXPL	0.46	-	0.43	0.37	0.13	0.3475
ZÁKLAD	0.64	0.43	-	0.37	0.33	0.4425
BACKTRACK	0.40	0.37	0.37	-	0.60	0.4350
OTRAVA	0.14	0.13	0.33	0.60	-	0.3000

Turnaj – verzia s rovnakým rozdaním

Vítazstvá

meno	HEUR	EXPL	ZÁKLAD	BACKTRACK	OTRAVA	priemer
HEUR	-	0.37	0.33	0.57	0.83	0.53
EXPL	0.17	-	0.40	0.60	0.87	0.51
ZÁKLAD	0.03	0.17	-	0.53	0.67	0.35
BACKTRACK	0.03	0.03	0.10	-	0.17	0.08
OTRAVA	0.03	0.00	0.00	0.23	-	0.07

Remízy

meno	HEUR	EXPL	ZÁKLAD	BACKTRACK	OTRAVA	priemer
HEUR	-	0.46	0.64	0.40	0.14	0.4100
EXPL	0.46	-	0.43	0.37	0.13	0.3475
ZÁKLAD	0.64	0.43	-	0.37	0.33	0.4425
BACKTRACK	0.40	0.37	0.37	-	0.60	0.4350
OTRAVA	0.14	0.13	0.33	0.60	-	0.3000

Turnaj – verzia s rovnakým rozdaním

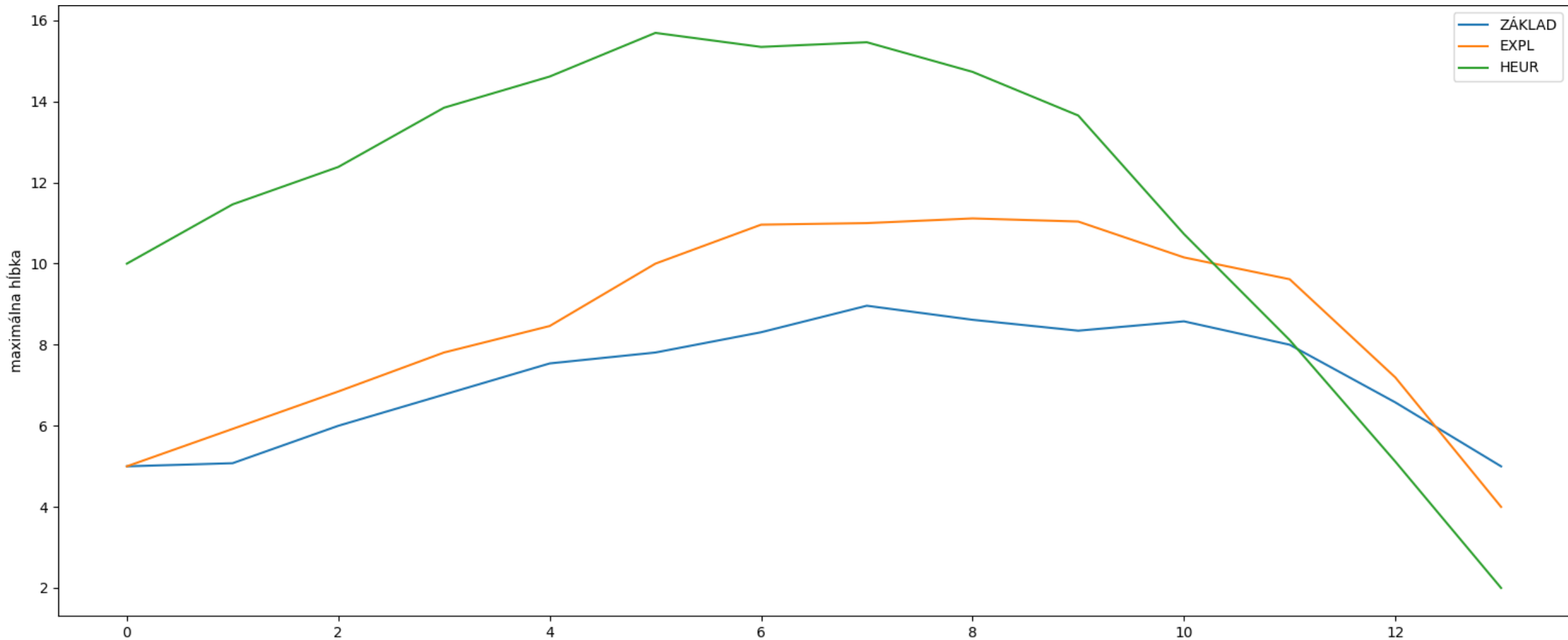
Vítazstvá

meno	HEUR	EXPL	ZÁKLAD	BACKTRACK	OTRAVA	priemer
HEUR	-	0.37	0.33	0.57	0.83	0.53
EXPL	0.17	-	0.40	0.60	0.87	0.51
ZÁKLAD	0.03	0.17	-	0.53	0.67	0.35
BACKTRACK	0.03	0.03	0.10	-	0.17	0.08
OTRAVA	0.03	0.00	0.00	0.23	-	0.07

Remízy

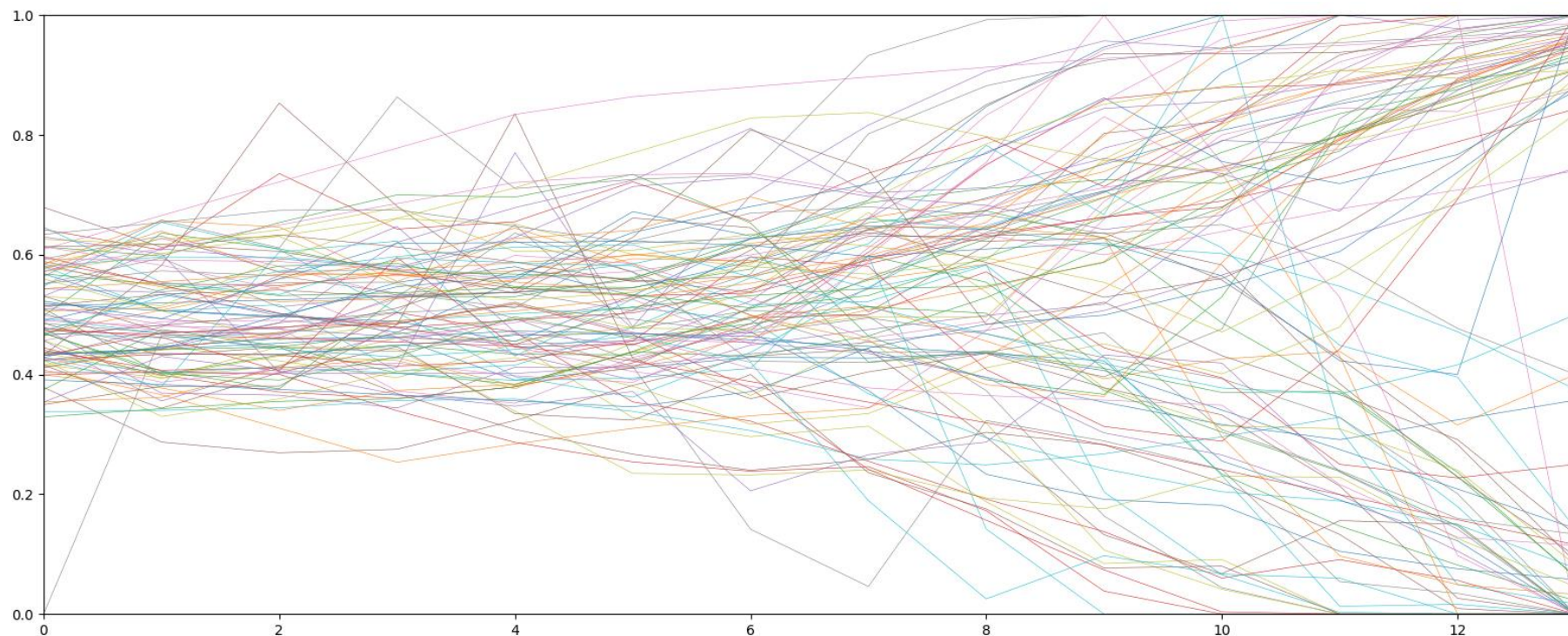
meno	HEUR	EXPL	ZÁKLAD	BACKTRACK	OTRAVA	priemer
HEUR	-	0.46	0.64	0.40	0.14	0.4100
EXPL	0.46	-	0.43	0.37	0.13	0.3475
ZÁKLAD	0.64	0.43	-	0.37	0.33	0.4425
BACKTRACK	0.40	0.37	0.37	-	0.60	0.4350
OTRAVA	0.14	0.13	0.33	0.60	-	0.3000

Evolúcia stromu – maximálna hĺbka



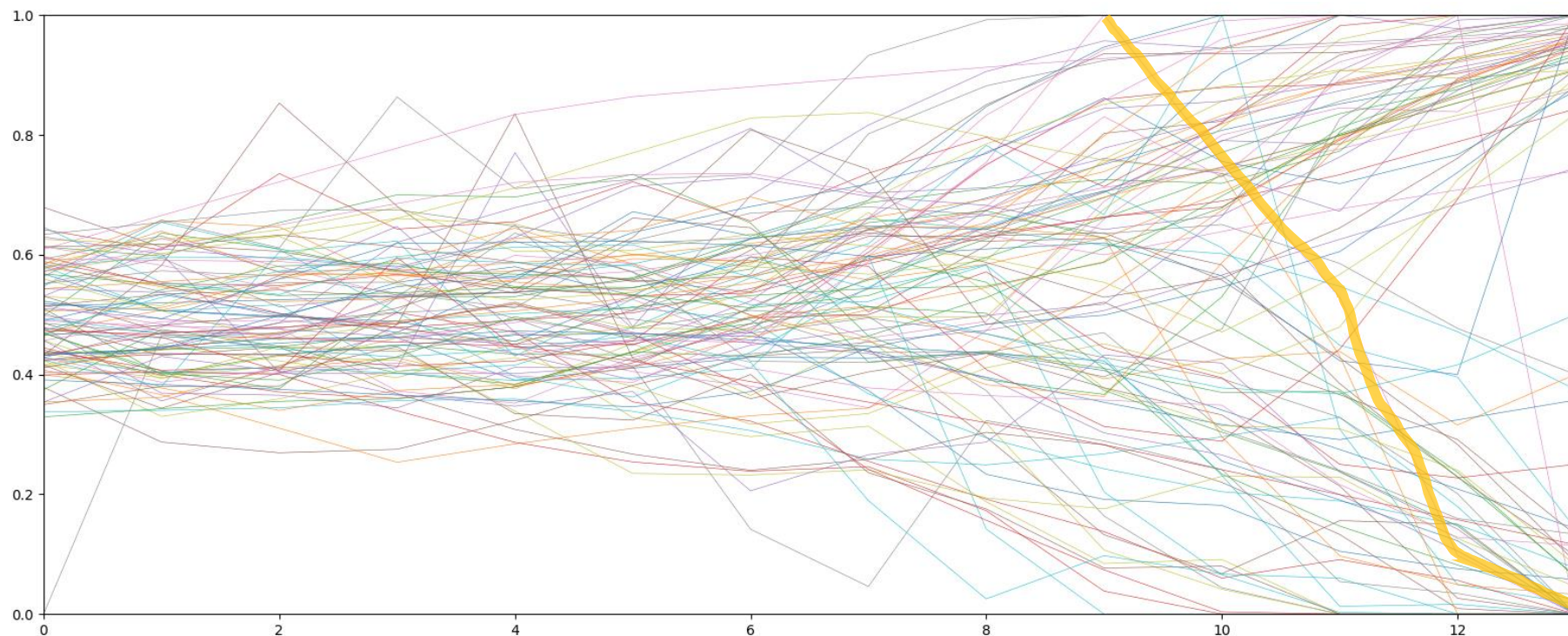
Evolúcia stromu

$$\text{očakávanie víťazstva} = \frac{\text{počet víťazstiev}}{\text{počet hier}}$$



Evolúcia stromu

$$\text{očakávanie víťazstva} = \frac{\text{počet víťazstiev}}{\text{počet hier}}$$



Neočakávaná prehra

meno	prehry	1/2		2/3		3/4	
		prekvapujúce	pomer	prekvapujúce	pomer	prekvapujúce	pomer
ZÁKLAD	50	1	2%	3	6%	4	8%
EXPL	31	1	3.23%	0	-	2	6.45%
HEUR	29	4	13.79%	8	27.59%	5	17.24%

Pokračovanie

- Prečo Beam Search nefungoval?
- Teoretické maximum víťazstiev
- Porovnať s inou kartovou hrou
- Porovnať výkon v hre viacerých hráčov

