

**Univerzita Hradec Králové**  
**Fakulta informatiky a managementu**  
**Katedra informačních technologií**

**Aplikovaná teorie her**  
**Párovací problém přijímání studentů do školy**  
**Gale-Shapley algoritmus**

Autor: Martin Malíř

## Obsah

1. Úvod .....	4
2. Teoretický popis použitého algoritmu .....	5
Princip algoritmu .....	5
Využití v modelu .....	5
Výhoda tohoto přístupu .....	6
3. Přehled proměnných .....	7
Globální proměnné .....	7
Vlastnosti studentů – turtles .....	7
Vlastnosti škol – patches .....	7
4. Popis procedur .....	8
setup .....	8
setup-schools .....	8
setup-students .....	8
go .....	8
assign-students .....	8
calculate-satisfaction .....	8
move-students .....	8
color-schools .....	8
current-matches .....	9
calculate-preference-satisfaction .....	9
update-monitors .....	9
update-score-histogram .....	9
5. Vizualizace a sledování výsledků .....	10
6. Experimenty .....	12
Minimální počet přijímaných studentů .....	12
Poloviční počet přijímaných studentů .....	13

Maximální počet přijímaných studentů .....	13
7. Zdroje.....	14

# 1. Úvod

Tento simulační model vytvořený v prostředí NetLogo simuluje proces přidělování studentů do škol na základě jejich preferencí, dosažených bodů a kapacit jednotlivých škol. Model umožňuje sledovat spokojenost studentů i škol, vizualizovat výsledky výběrového řízení a analyzovat distribuci skóre studentů.

## 2. Teoretický popis použitého algoritmu

Model přidělování studentů do škol je inspirován principy Gale-Shapley algoritmu, známého také jako algoritmus stabilního párování. Tento algoritmus byl představen v roce 1962 matematiky Davidem Galeem a Lloydem Shapleym a jeho cílem je nalezení stabilního přiřazení mezi dvěma skupinami, například studenty a školami.

### Princip algoritmu

Každý účastník jedné skupiny (např. student) má seřazený seznam preferencí druhé skupiny (např. škol). Párování probíhá iterativně tak, že:

- Studenti (žadatelé) si vybírají školy podle svých preferencí.
- Školy (příjemci) přijímají žadatele, kteří splňují jejich kritéria (např. bodový limit), dokud nenaplní kapacitu.
- Pokud škola již má plno a přijde lepší uchazeč, může „odmítnout“ méně vhodného kandidáta.
- Tento proces pokračuje, dokud nedojde ke stabilnímu párování, kde žádný student ani škola nemají motivaci změnit rozhodnutí.

### Využití v modelu

V našem modelu není Gale-Shapley algoritmus implementován doslova, ale jeho základní principy jsou použity:

- Studenti mají seřazený seznam preferovaných škol (preferences).
- Při přiřazení student prochází své volby v pořadí a pokouší se o přijetí.
- Škola přijme studenta, pokud má volnou kapacitu a pokud student splňuje minimální požadované skóre.
- Jakmile student najde školu, která jej přijme, přestává hledat – což napodobuje stabilní stav.

Rozdíl oproti klasickému Gale-Shapley algoritmu je v tom, že školy v našem modelu neodmítají méně vhodné studenty ve prospěch lepších, jakmile už mají plno. Přijetí je pouze „první kdo přijde a splní podmínky“. Tím pádem model nevede vždy k optimálnímu stabilnímu párování, ale spíše k realistickému, jednosměrnému výběrovému řízení.

## Výhoda tohoto přístupu

Tato forma přidělování je výpočetně jednodušší a vhodná pro simulace. Umožňuje pozorovat, jak změny v parametrech (např. skóre, kapacitách, preferencích) ovlivňují výsledky, aniž by bylo nutné implementovat plnou rekurzivní logiku klasického algoritmu.

### 3. Přehled proměnných

#### Globální proměnné

students	Seznam všech studentů (turtles)
schools	Seznam všech škol (patches)
students-with-school	Počet studentů, kteří byli přiřazeni do školy
students-without-school	Počet studentů bez přiřazené školy
first-choice-count	Počet studentů, kteří byli přiřazeni na 1. volbu
second-choice-count	Počet studentů, kteří byli přiřazeni na 2. volbu
third-choice-count	Počet studentů, kteří byli přiřazeni na 3. volbu

#### Vlastnosti studentů – turtles

preferences	Seznam preferovaných škol
score	Bodové ohodnocení studenta
assigned-school	Škola, do které byl student přiřazen
satisfaction	Spokojenost studenta podle přiřazené volby

#### Vlastnosti škol – patches

capacity	Maximální kapacita školy
requirements	Minimální bodová hranice pro přijetí
assigned-students	Seznam přiřazených studentů
school-satisfaction	Hodnocení školy na základě naplnění a spokojenosti studentů

## 4. Popis procedur

### setup

Inicializuje celý model: vyčistí plátno, nastaví školy a studenty a resetuje čas (tick).

### setup-schools

Náhodně vybere určitý počet patchů, které budou představovat školy. Každé škole nastaví kapacitu, minimální požadované body a barvu (černou).

### setup-students

Vytvoří požadovaný počet studentů, náhodně jim nastaví skóre, umístění na plátně a seznam tří preferovaných škol.

### go

Hlavní simulační cyklus. Postupně provádí přiřazení studentů, výpočet spokojenosti, pohyb studentů, aktualizace barev škol, aktualizace statistik a vykreslení grafů.

### assign-students

Pro každý nepřiřazený student kontroluje, zda má preferovaná škola volnou kapacitu a jestli student splňuje požadavky. Pokud ano, student je do školy přiřazen.

### calculate-satisfaction

Určuje spokojenost studenta podle toho, na kolikátou preferenci byl přijat (1. – 100 %, 2. – 70 %, 3. – 40 %, žádná – 0 %). Také počítá průměrné skóre a spokojenost škol.

### move-students

Studenti, kteří byli přiřazeni do školy, se k ní začnou přibližovat na plátně.

### color-schools

Vizuálně označí školy změnou barvy.



### **current-matches**

Funkce, která vrací seznam škol, do kterých byli studenti přiřazeni. Slouží pro export nebo sledování přiřazení.

### **calculate-preference-satisfaction**

Počítá, kolik studentů se dostalo na svou 1., 2., 3. volbu nebo vůbec žádnou, a vykreslí tyto hodnoty do grafu „Preference Satisfaction“.

### **update-monitors**

Aktualizuje počítadla a monitory v uživatelském rozhraní (počet studentů se školou, bez školy, rozdělení dle preferencí).

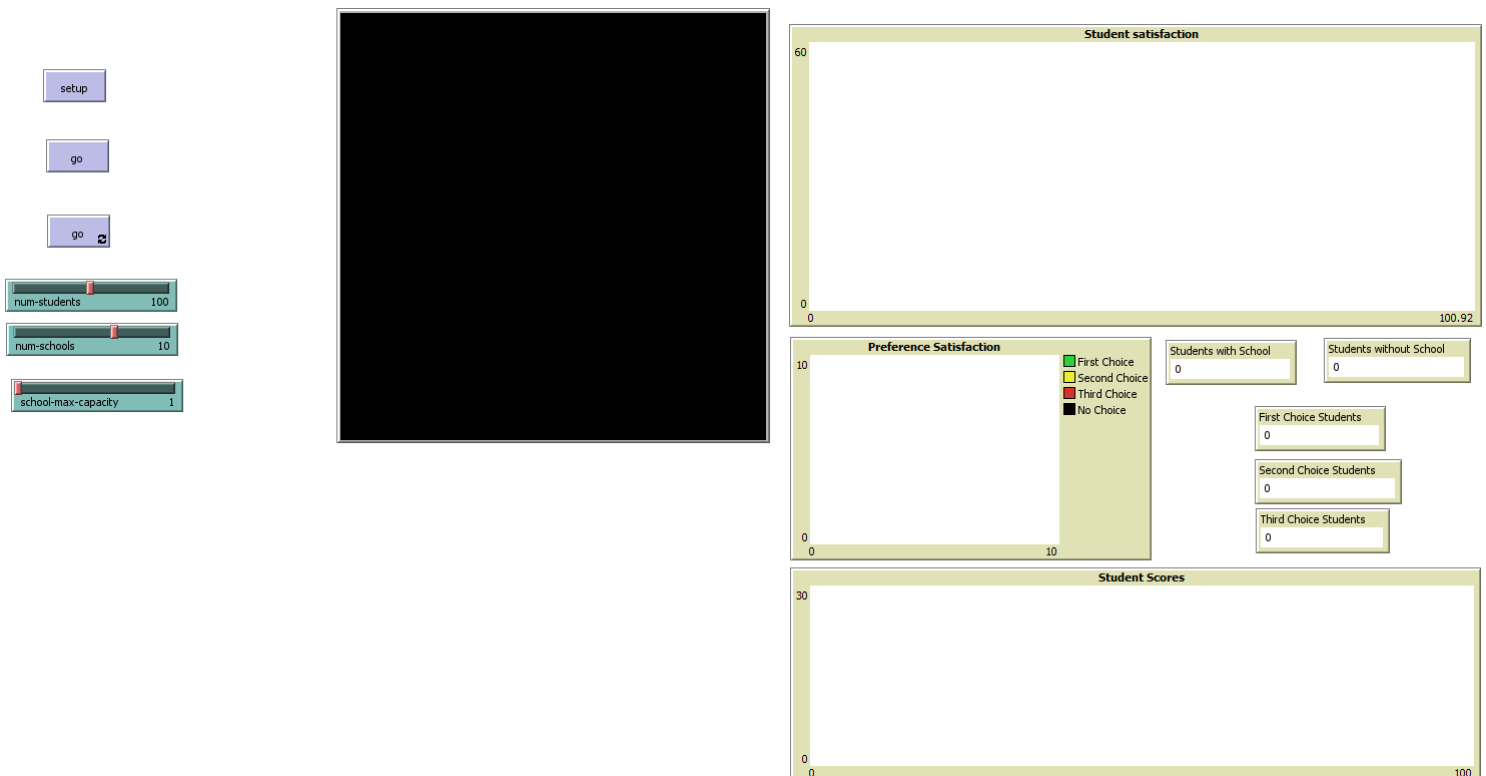
### **update-score-histogram**

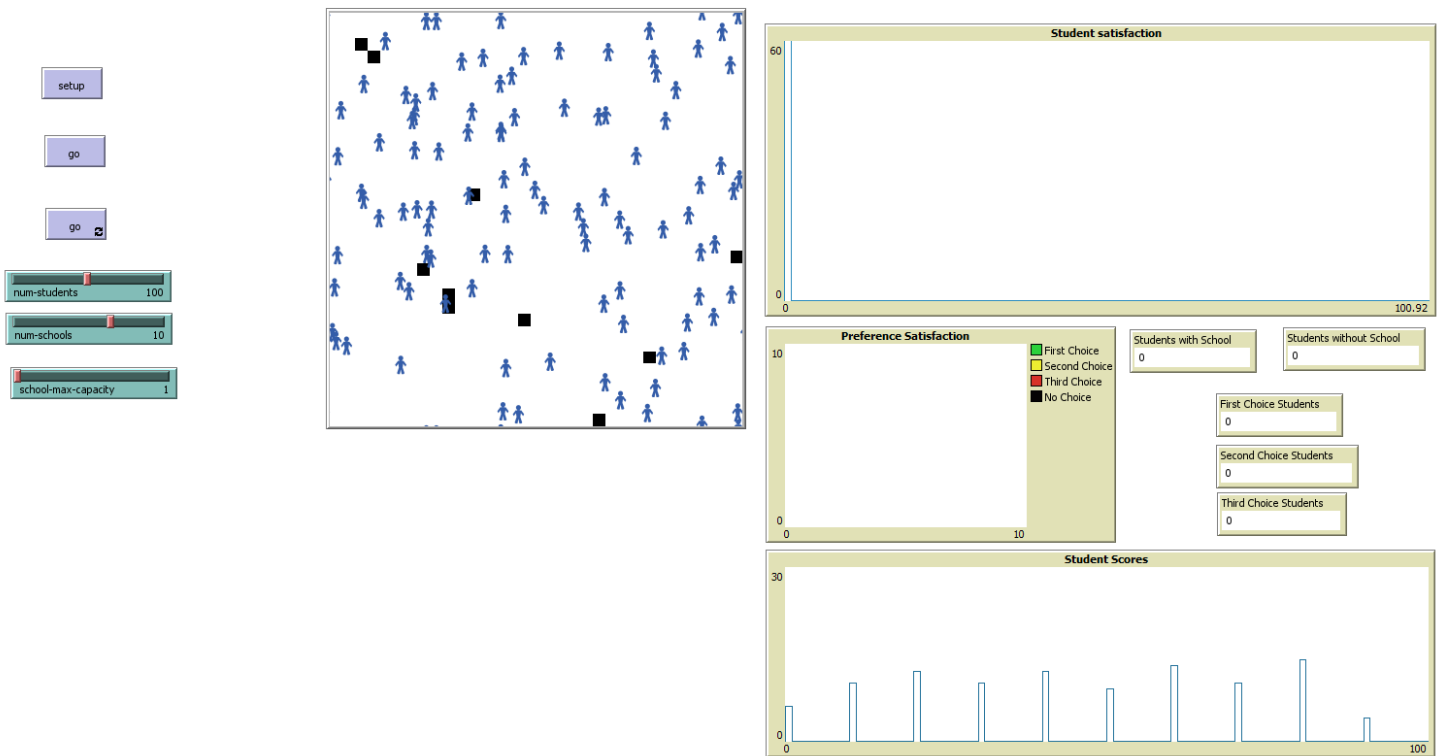
Vykreslí histogram bodového hodnocení studentů podle intervalů po 10 bodech.

## 5. Vizualizace a sledování výsledků

Model využívá dvě základní vizualizace:

- Pozice studentů a škol na plátně
  - Studenti (modré postavičky) se pohybují směrem ke školám (černé čtverce).
- Grafy
  - Preference Satisfaction: rozdělení podle toho, jakou volbu studenti získali.
  - Student Scores: histogram bodového ohodnocení studentů.

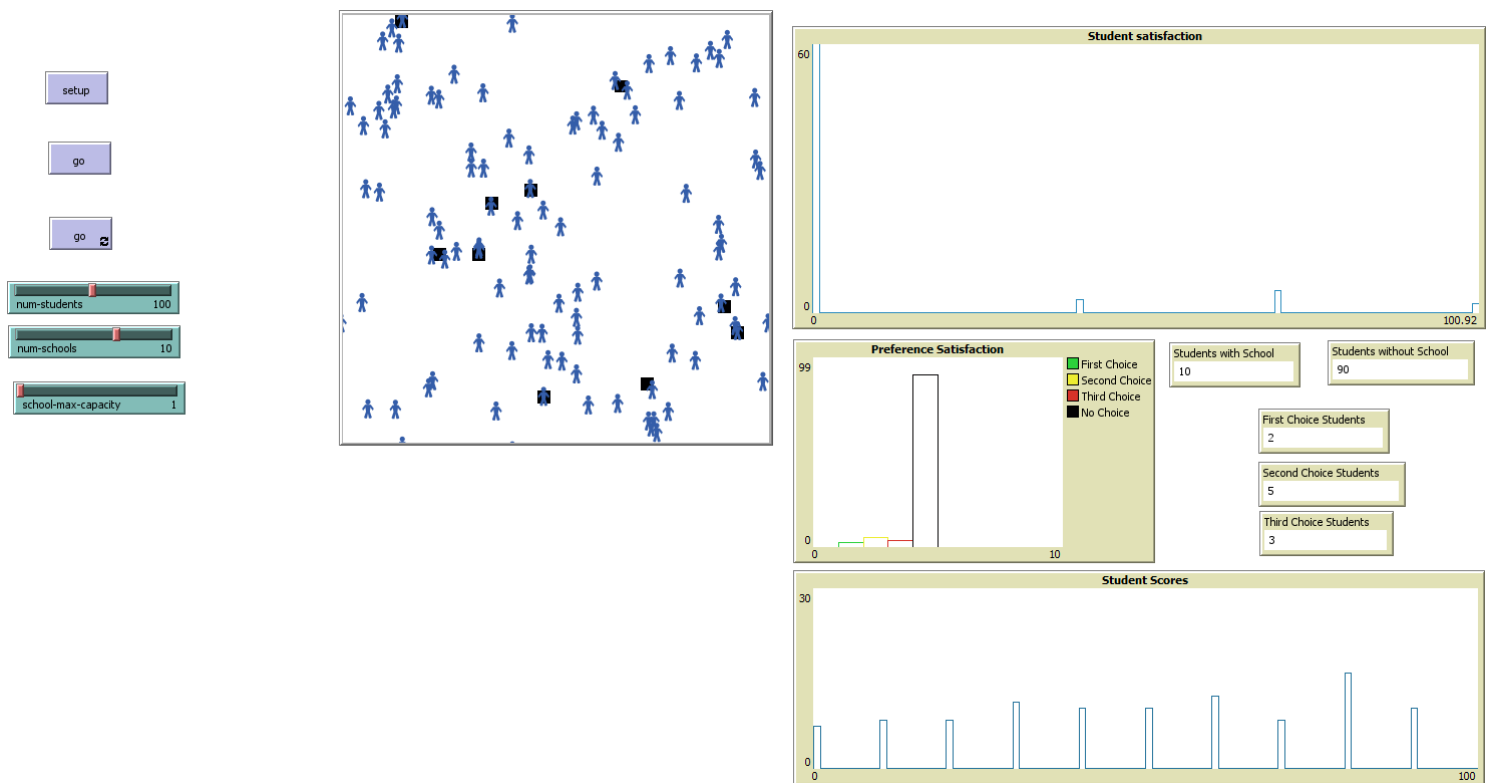




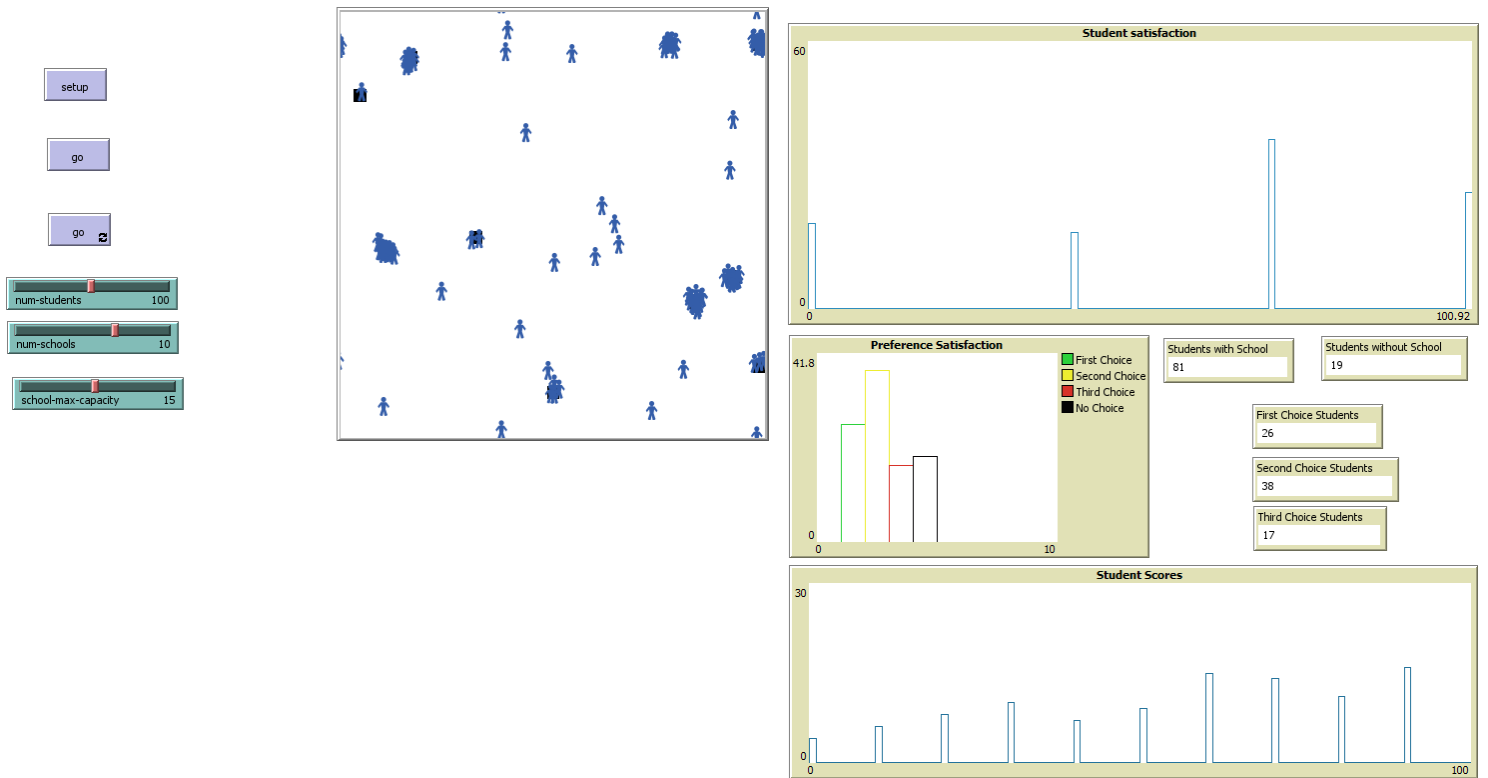
## 6. Experimenty

**Jak moc jsou školy schopny uspokojit preference studentů?**

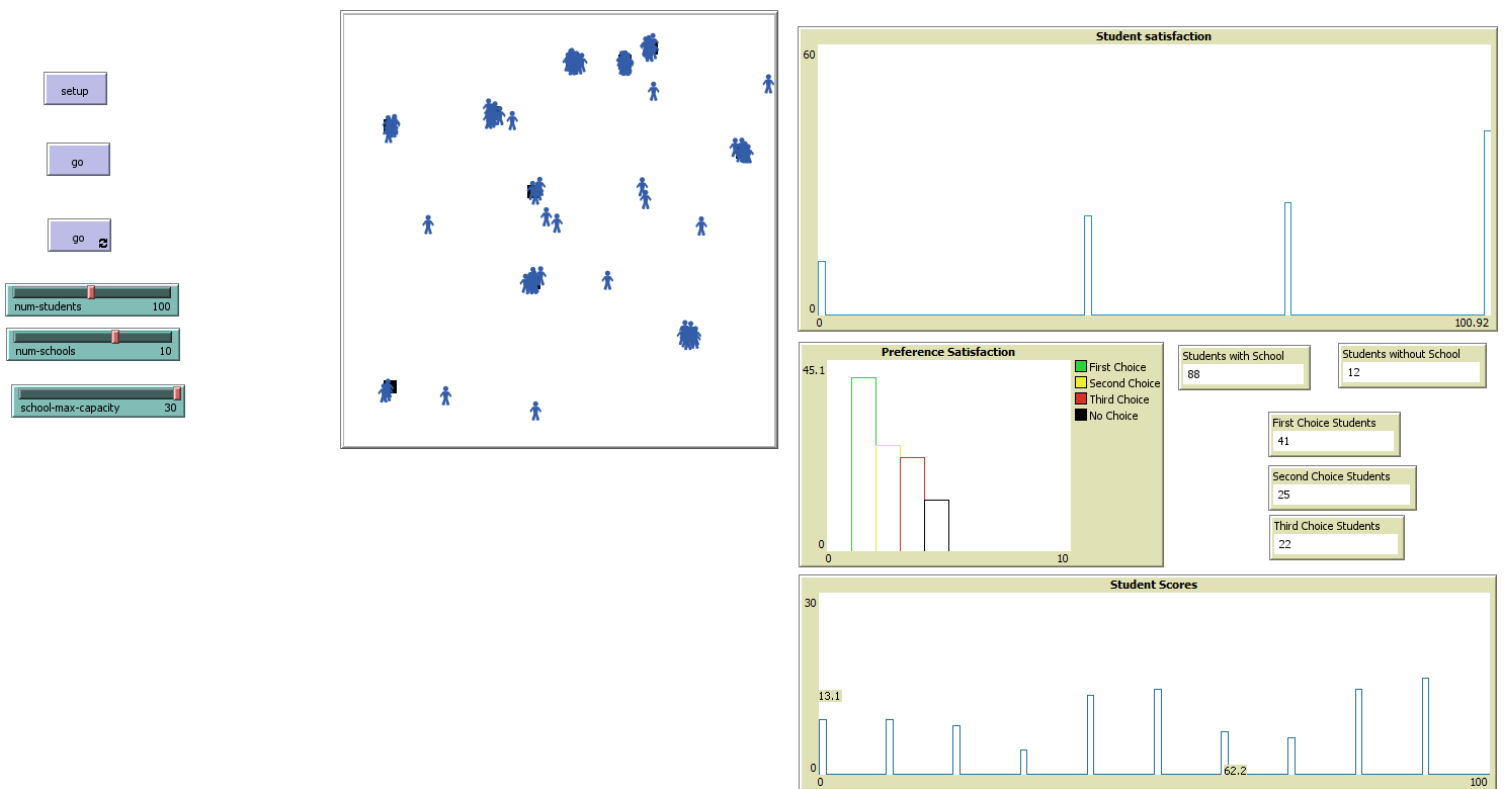
Minimální počet přijímaných studentů



## Poloviční počet přijímaných studentů



## Maximální počet přijímaných studentů



## 7. Zdroje

- [1] SINGH, Anmolika. Online. BuiltIn. 2024. Dostupné z: <https://builtin.com/articles/gale-shapley-algorithm>. [cit. 2025-04-09].
- [2] BHARGAV, Nikhil. *The Stable Marriage Problem*. Online. Baeldung. 2024. Dostupné z: <https://www.baeldung.com/cs/stable-marriage-problem>. [cit. 2025-04-09].