

# Simulace socio-ekonomických systémů

K. Rezková\*; P. Skála\*\*; J. Jelínek\*\*\*

Gymnázium Voděradská\*; Gymnázium Litoměřická\*\*; Gymnázium  
Opatov\*\*\*

karolina.rezkova@gmail.com\*; skalic.petr@gmail.com\*\*;  
kni.zka@seznam.cz\*\*\*

## Abstrakt:

V článku se nejprve zamyslíme nad potřebou simulací. V další části si přiblížíme dvě metody - vysvětlíme si jejich princip, k čemu se nám hodí, jaké jsou jejich vady. Poté simulace s různými parametry spustíme a zamyslíme se nad tím, co výsledek ovlivňuje a co vlastně výsledky znamenají. Nakonec prodiskutujeme věrohodnost simulací.

## 1 Úvod

Pro interpolování dějů ve společnosti je potřeba, stejně jako v ostatních vědních oborech, mít určité metody, pomocí kterých se bude předpovídat vývoj v čase v závislosti na jednotlivých parametrech. Právě tyto simulace jsme zkoumali a nyní výsledky těchto simulací rozebereme.

## 2 Modely

Pro simulování skutečnosti lze použít různé modely v závislosti na tom, jaký jev chceme zkoumat. My jsme se zabývali dvěma z nich. První z nich simuluje společnost, kde jedinci nesou následky rozhodnutí sebe i jiných a kde je výhodné být v menšině. Druhý společnost, kde s výměnou názorů, kde je naopak výhodou být v přesile.

### Menšinová hra

Představte si, že jste někde v Santa Fé, kde je pouze jediný bar - El Farol, kam se vejde maximálně polovina obyvatel. A vy řešíte dilema: Jít do baru a riskovat, že tam bude plno, nebo zůstat doma, ačkoliv by mohlo být v baru volno a vy byste se mohli bavit.

Na základě takovéto skutečnosti vznikl model, který se nazývá menšinová hra. Zkoumané objekty, které nazýváme „agenti“, zde mají v každém kole na výběr ze dvou možností. Podle toho, kterou možnost zvolili, se rozdělí do dvou skupin. Agenti, kteří byli v té menší skupině, vyhráli a získají bod (počet udělovaných bodů by také mohl záviset na rozdílu počtu agentů ve vítězné a prohrávající skupině, ale simulace ukázaly, že tato změna výsledek příliš neovlivňuje). Poražení nezískají žádné body. Tímto krokem kolo končí a agenti volí znovu. Počet agentů musí být lichý, aby bylo jasné, která strana vyhrála.

Z pravidel hry je jasné, proč se metodě říká „menšinová hra“ - vítězí menšina.

### Vylepšený model

Ve skutečnosti se ale každý nerozhoduje nezávisle na celé společnosti, nýbrž pozoruje své okolí a hodnotí, zda někdo není úspěšnější. V tom případě by pro něj mohlo být výhodné

chování napodobit. Informace jsou ale cenná věc, a tak se často stává, že ten úspěšnější chce za poskytnutí takovýchto informací zaplatit.

Pro zpřesnění modelu se tedy bere v úvahu i struktura společnosti. Objekty pak mají možnost se podívat, jak se zachová nejúspěšnější osoba v jejich okolí, a následně imitovat její rozhodnutí. Za možnost okopírovat její chování jí ale následně musí zaplatit určité procento ze svého zisku.

U této simulace můžeme nastavit počet osob a výši platby, jakou agenti odvádí za možnost imitovat úspěšnějšího kolegu.

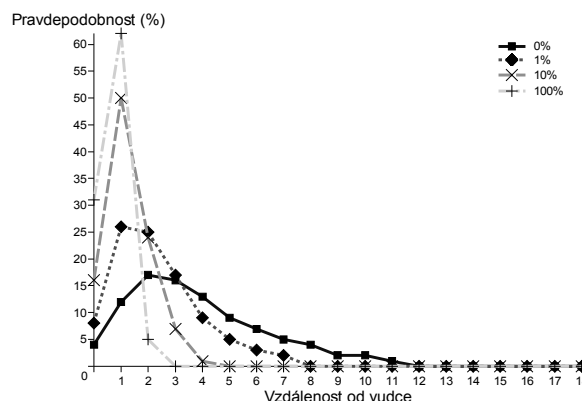
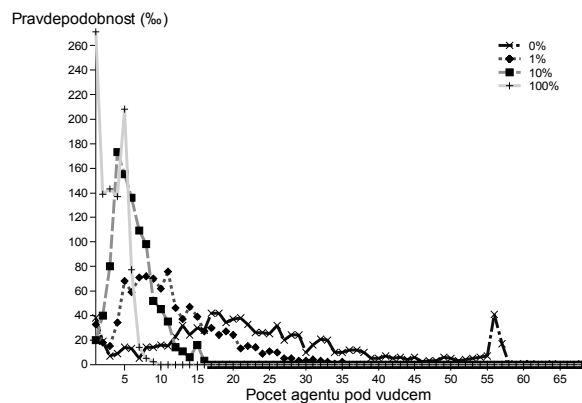
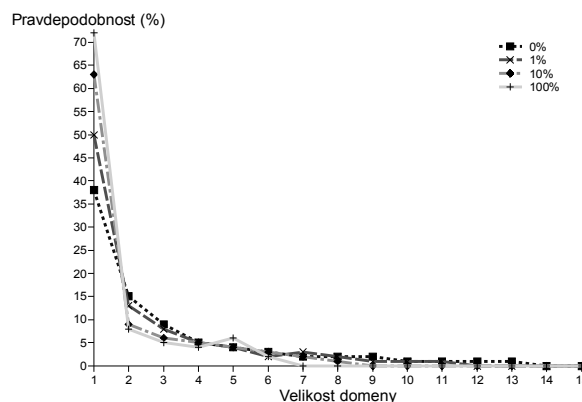
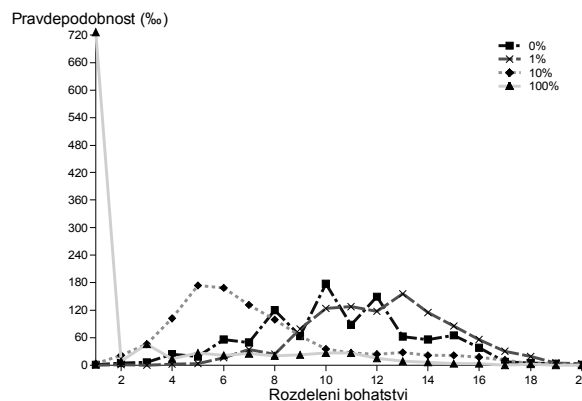
## Rozbor dat

Provedli jsme simulace na mřížce 15x15 polí, což je podle našeho názoru dostačující, neboť větší pole sice nepatrně zvětší přesnost, ale za cenu větší časové náročnosti, přičemž přesnost námi užitá velikosti je pro naše potřeby dostačující.

Jak je vidět z prvního grafu (kde je míra bohatství vyjádřena poměrně), rozdělení bohatství je závislé na výšce poplatku za imitaci, neboť pokud není úrok žádný, nemusí imitátoři za imitaci vůbec nic platit a bohatství bude rozděleno podle Gaussova uspořádání, naopak čím větší je poplatek, tím bohatší bude několik jedinců a tím více těch nejchudších. Až při poplatku 100% odevzdají vše, co vydělají.

Naopak velikost domén má u všech případů podobný průběh. Částečně je zde vidět působení rozdělení bohatství, neboť nejvíc domén nulové velikosti je u případu s největším poplatkem za imitaci, neboť zde je nejvíce těch nejchudších, které už nikdo imitovat nemůže. Naopak nejméně domén nulové velikosti je u simulace systému s nulovým poplatkem, kde je více vrstev lidí se stejným bohatstvím a zároveň je zde nejvíce těch nejdelších řetězců, opět ze stejného důvodu.

Počet agentů pod vůdcem (zde se nebere ohled na další agenty v řetězci) má také podobný průběh, je zde však zřetelně



vidět posun a změna velikosti vrcholu. Případ s největší daní má nejvíce nejkratších vrcholů ze stejného důvodu, jako jsem zmiňoval v minulém odstavci, neboť křivka rozložení bohatství je příliš strmá a následně příliš pozvolná.

Totožně lze zdůvodnit také křivky vzdálenosti od vůdce, které mají průběh podobný průběhu v předchozím případě. Je zde vidět, že nejvíce lidí je velmi blízko svým vůdcům. Což lze v případě s velkou daní vysvětlit tím, že už první imitátor má výrazně menší bohatství, takže se šance, že ho bude moci imitovat ještě někdo další, výrazně snižuje. V opačném případě to lze vysvětlit tím, že těch bohatších je tolik, že je pro agenty výhodnější neimitovat imitátora, ale jiného souseda.

## Sznajdův model

Druhým modelem jest Sznajdův model, který se zabývá konkurenčním bojem.

Každý agent má na začátku na výběr z několika možností, z nichž se pro jednu rozhodne. Následně se v každém kroku vyberou dva agenti, kteří spolu sousedí a mají stejný názor. Ti následně přemluví jednu osobu ve svém okolí, aby si zvolila stejnou možnost. Poté se volba dvojice opakuje.

V simulaci, kterou jsme měli k dispozici, jsme mohli nastavovat počet osob, počet názorů, z kterých si osoby mohou vybrat, počet kroků, kolikrát nějaká dvojice změní názor souseda a počet opakování simulace, pro zprůměrování výsledků.

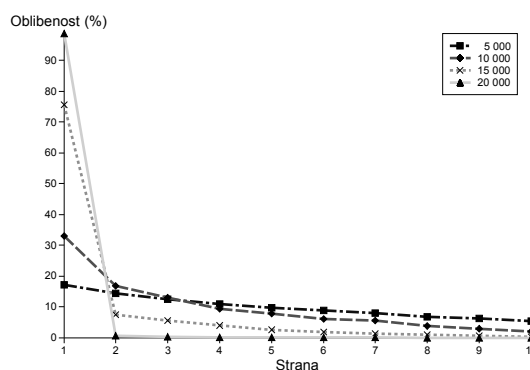
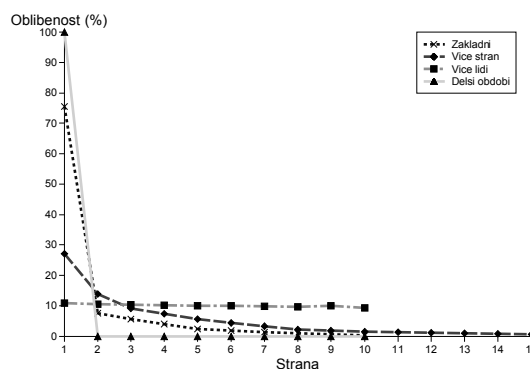
Tento model není pro fyziky převratnou novinkou, neboť nápadně připomíná Isingův model, využívaný ve statistické fyzice.

Ani tento model samozřejmě není dokonalý, neboť se zde netvoří nové názory a po dostatečně dlouhé době zůstane pouze jeden názor, a to tehdy, když jsou na začátku simulace alespoň dva lidé stejného názoru vedle sebe. Také nepočítá s psychologickou stránkou agenta a agent si musí zvolit právě jednu možnost.

## Rozbor dat

Nejdříve jsme provedli základní simulaci pro 1000 lidí s 10 názory a 15000 kroky a následně, abychom si ověřili chování modelu v závislosti na parametrech, jsme provedli další simulace - v jedné jsme zvýšili počet názorů na 100, v druhé jsme zjišťovali stav při 10000 lidech a ve třetí výsledek základního modelu po 150000 krocích.

Model, kde je více možností, se od základního liší tím, že, pokud na začátku nejsou dva agenti stejného názoru vedle sebe, zůstane stejný, nebo, což je pravděpodobnější, zůstane pouze jeden názor v mnohem kratším čase. Neboť bude mnohem méně dvojic, které budou moci někoho ovlivňovat a dvojice bude méně často „vyrušována“ jinou dvojicí. Pokud bude v systému více lidí, vydrží názory mnohem déle, neboť je v systému mnohem více lidí, které je potřeba ovlivnit, a také budou dvojice agentů jiných názorů, které budou ovlivňovat agenty v bezprostředním okolí, což též bude zpomalovat sjednocování



názoru. Pokud se podíváme na systém v pozdějším čase, bude mnohem výraznější dominance jednoho názoru, protože dvojice dominantního názoru mají více času vnutit svůj názor ostatním.

Na druhém grafu zobrazujeme vývoj základního systému v čase. Je zde vidět vývoj od počátečního rovnoměrného zastoupení až po dominanci jedné strany.

### **3 Shrnutí**

Jako většina modelů i tyto skutečnost pouze aproximují, takže výsledky je potřeba brát s rezervou. Ve skutečnosti se zaměřují pouze na určitou stránku problému. Také není možné zachytit všechny parametry. Přesto je možné na ně v krátkém časovém období vzhledem k určité problematice brát ohled, nesmíme ale zapomenout, že budou fungovat pouze pro statisticky dostatečně velký počet objektů.

### **Poděkování**

Děkujeme našemu supervizorovi ing. Hynku Lavičkovi a organizátorům fyzikálního týdne.

### **Reference**

- 1) *Mechanika voleb*. František Slanina. Vesmír, 2003/5.  
URL: <http://www.vesmir.cz/clanek.php3?CID=1771>