



O netradičnom využití herných technológií a počítačových simulácií ľudského správania

*Marcel Kvassay
Ústav informatiky
Slovenská akadémia vied
Bratislava*



1. Práce a zábava na počítači

Práca alebo hra?



Tarski's World
(Language,
proof & logic)

Lightbot

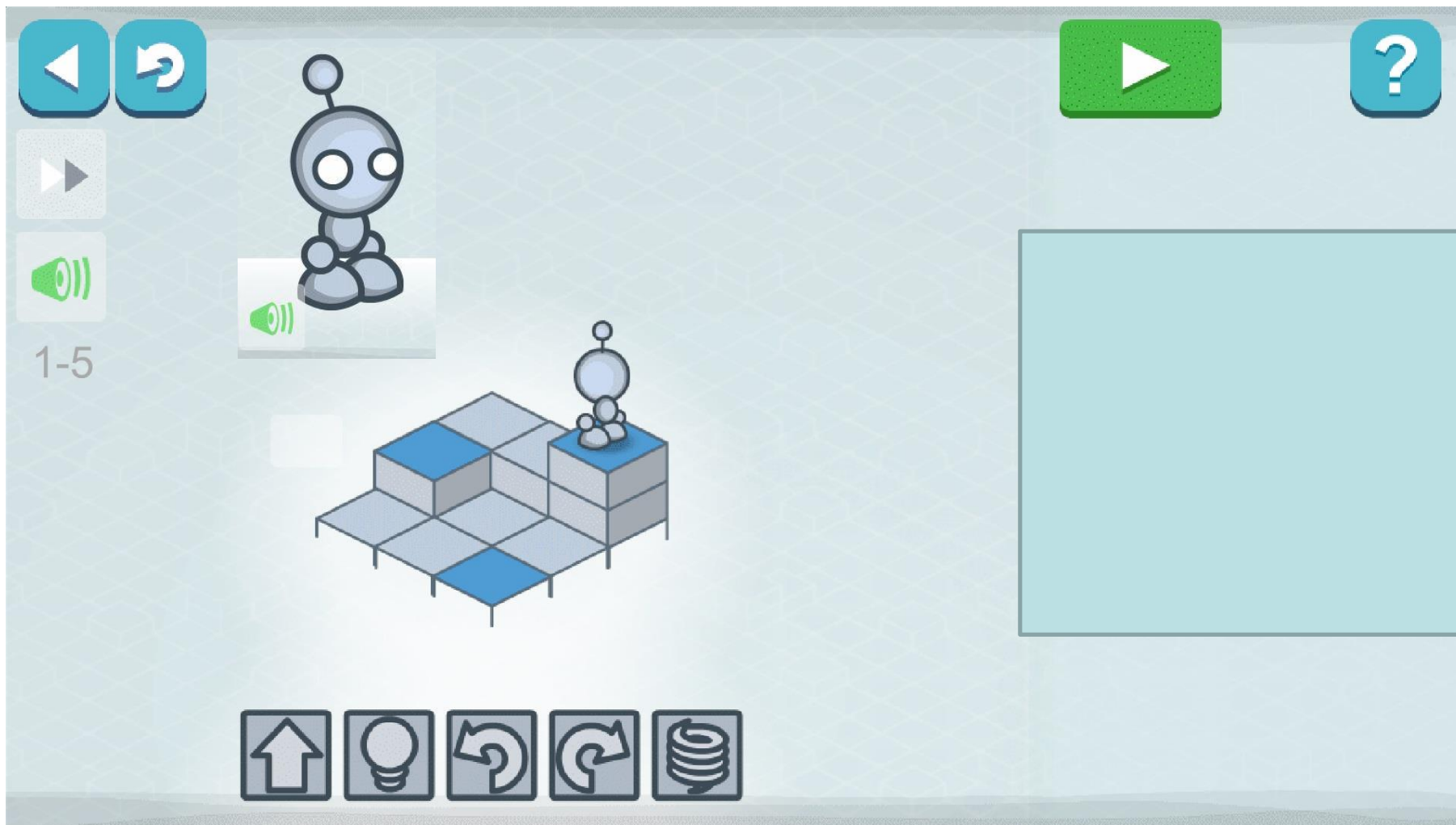
**Neherné
využitie
počítačov**

Vážne hry
(*serious games*)

- *vzdelávanie*
- *výcvik*
- *plánovanie*
- *terapia*

**Hry určené
hlavne na
zábavu**

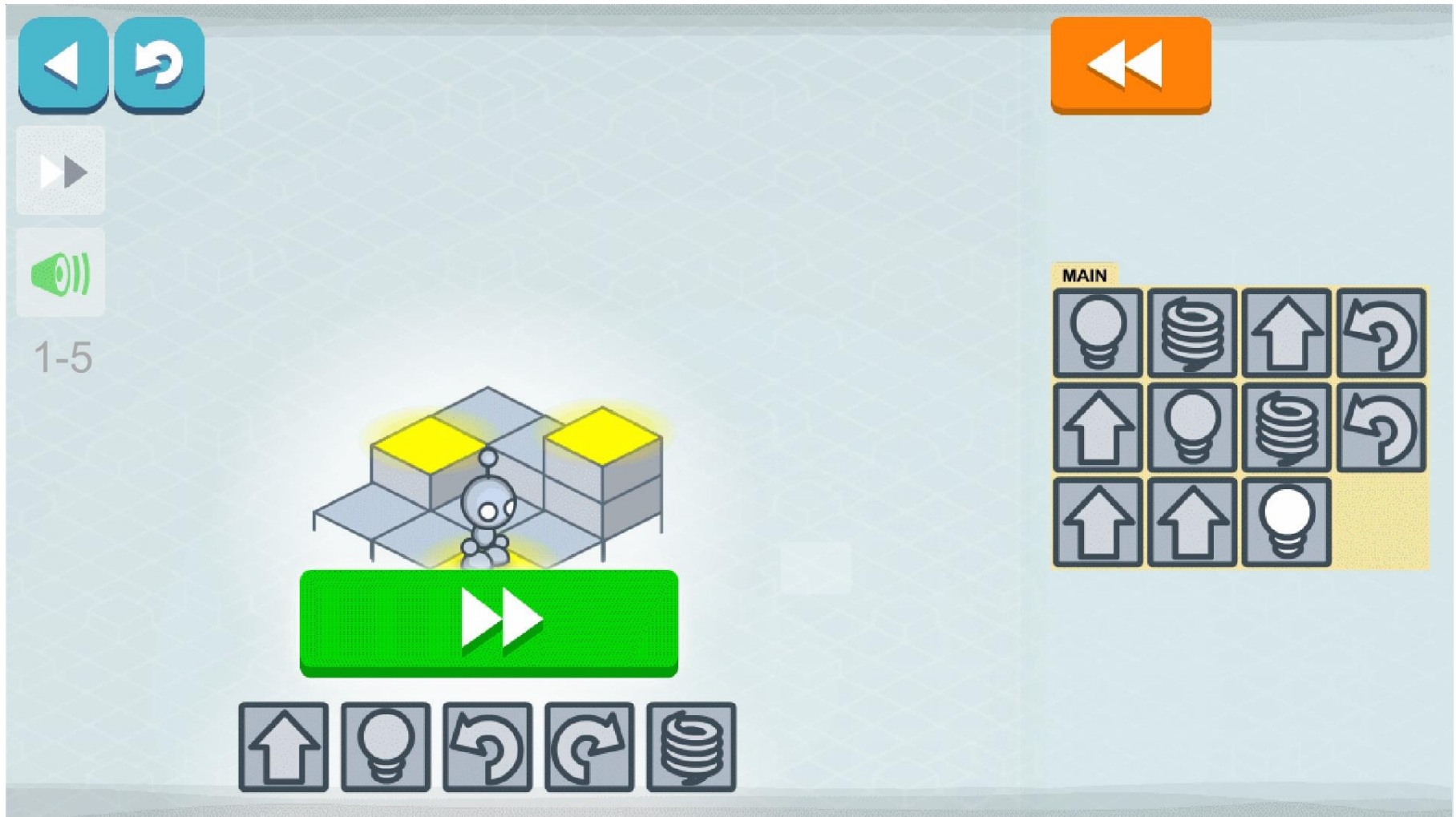
Lightbot (1) – rozvoj algoritmického myslenia



<http://lightbot.com/flash.html>

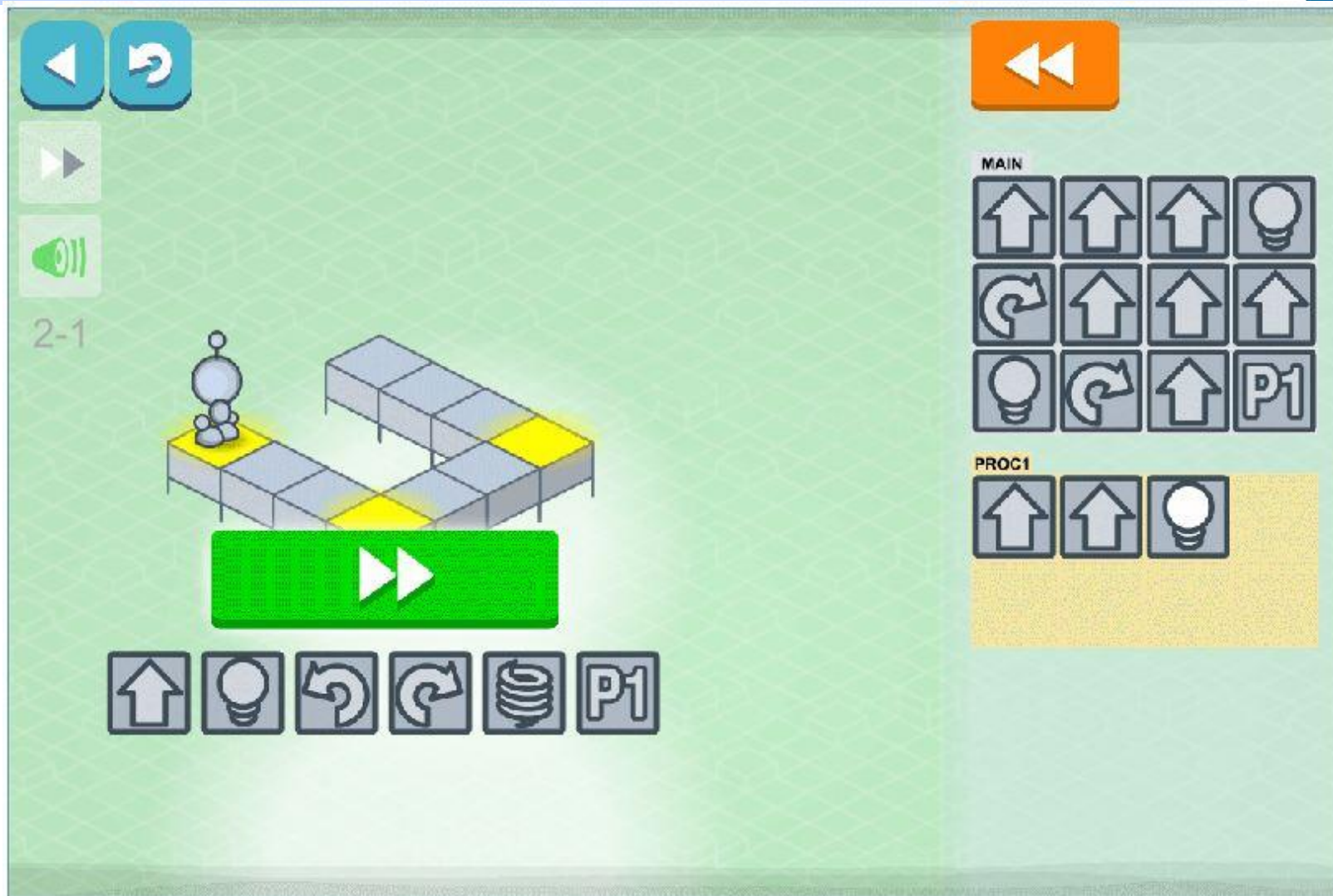
20 úloh zdarma (celá hra 5 €)

Lightbot (2) – úspešná sekvencia príkazov



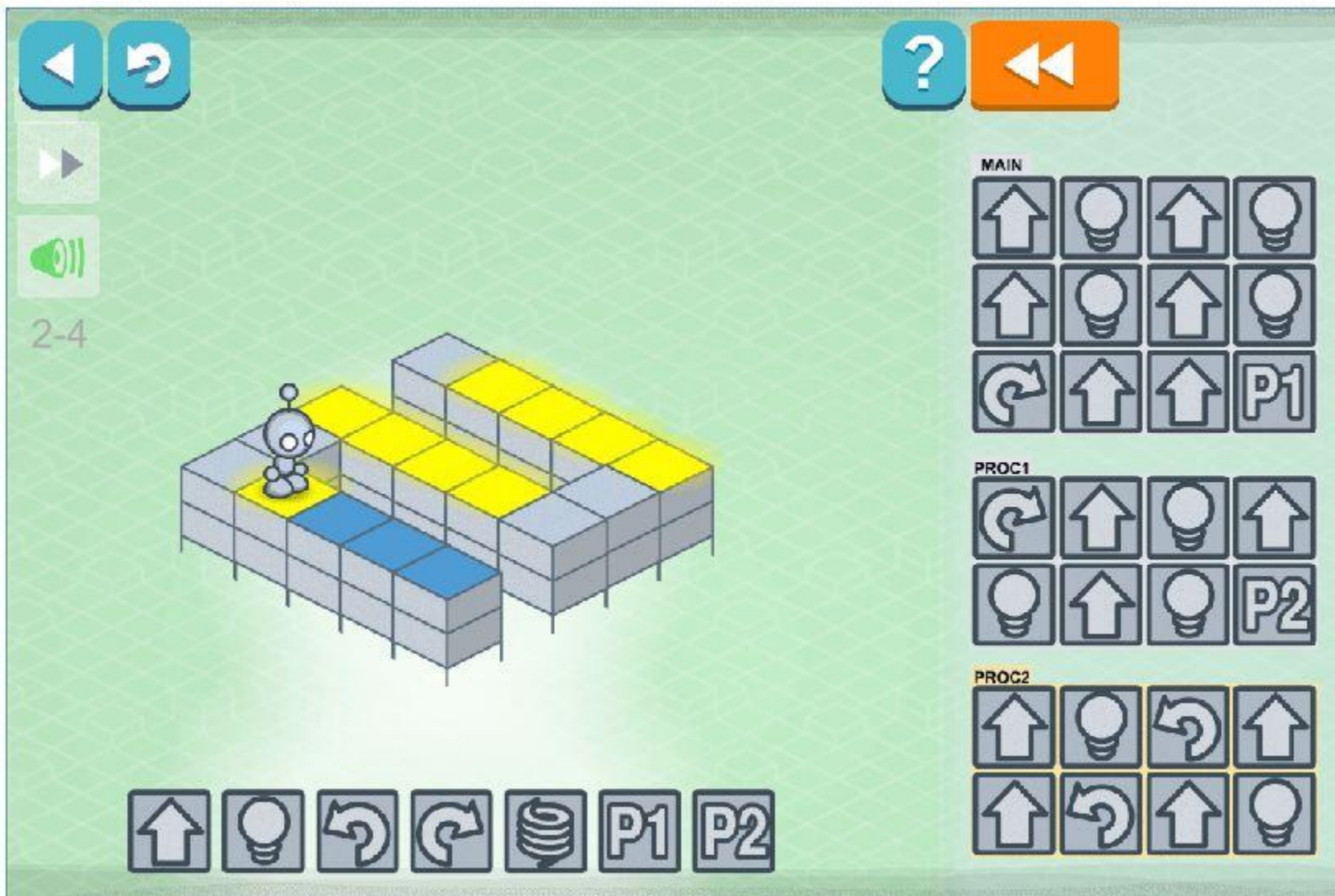
<http://lightbot.com/flash.html>

Lightbot (3) – Príprava na štrukturované myslenie



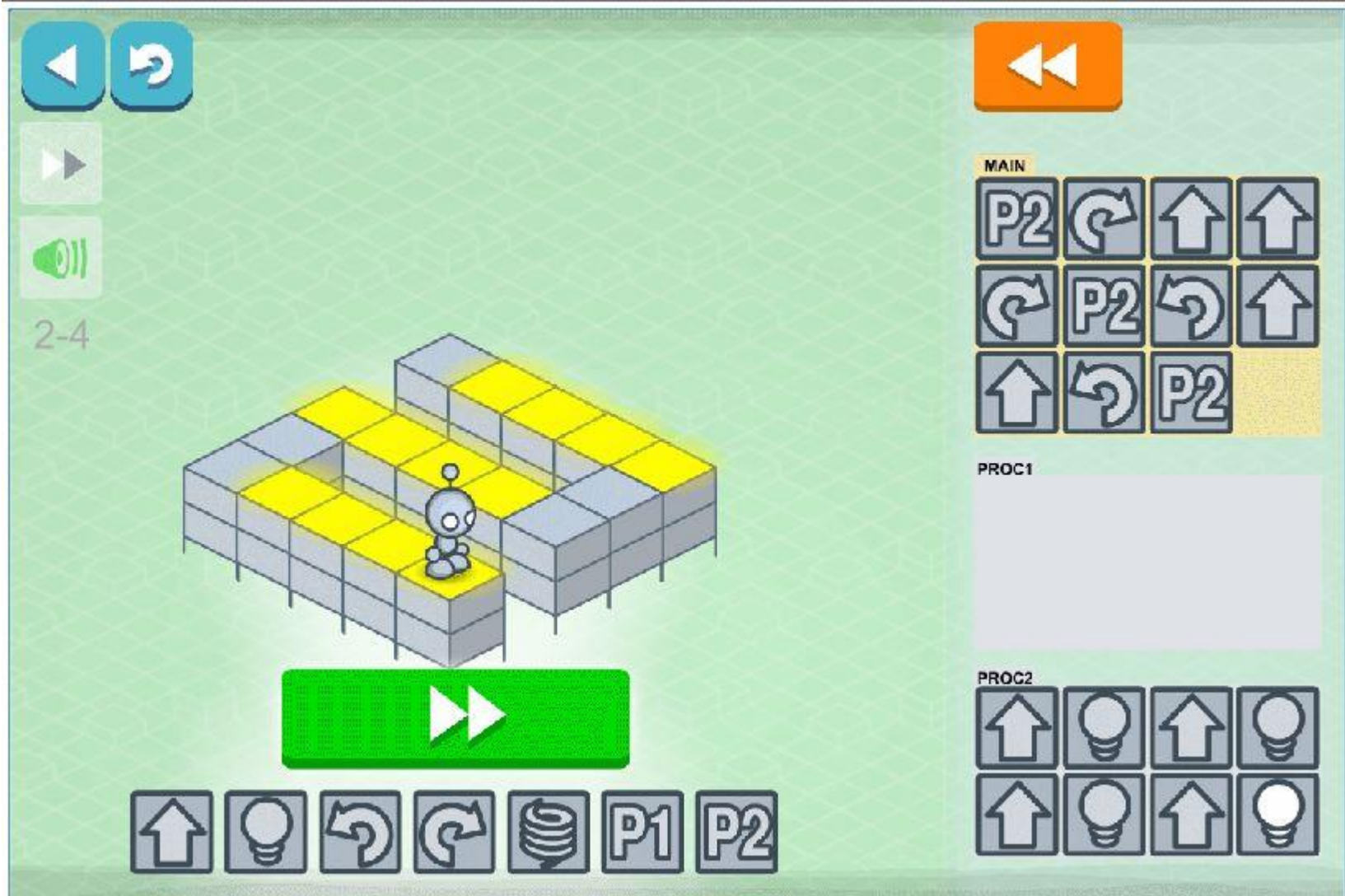
<http://lightbot.com/flash.html>

Lightbot (4) – Nutnosť štruktúrovaného myslenia



<http://lightbot.com/flash.html>

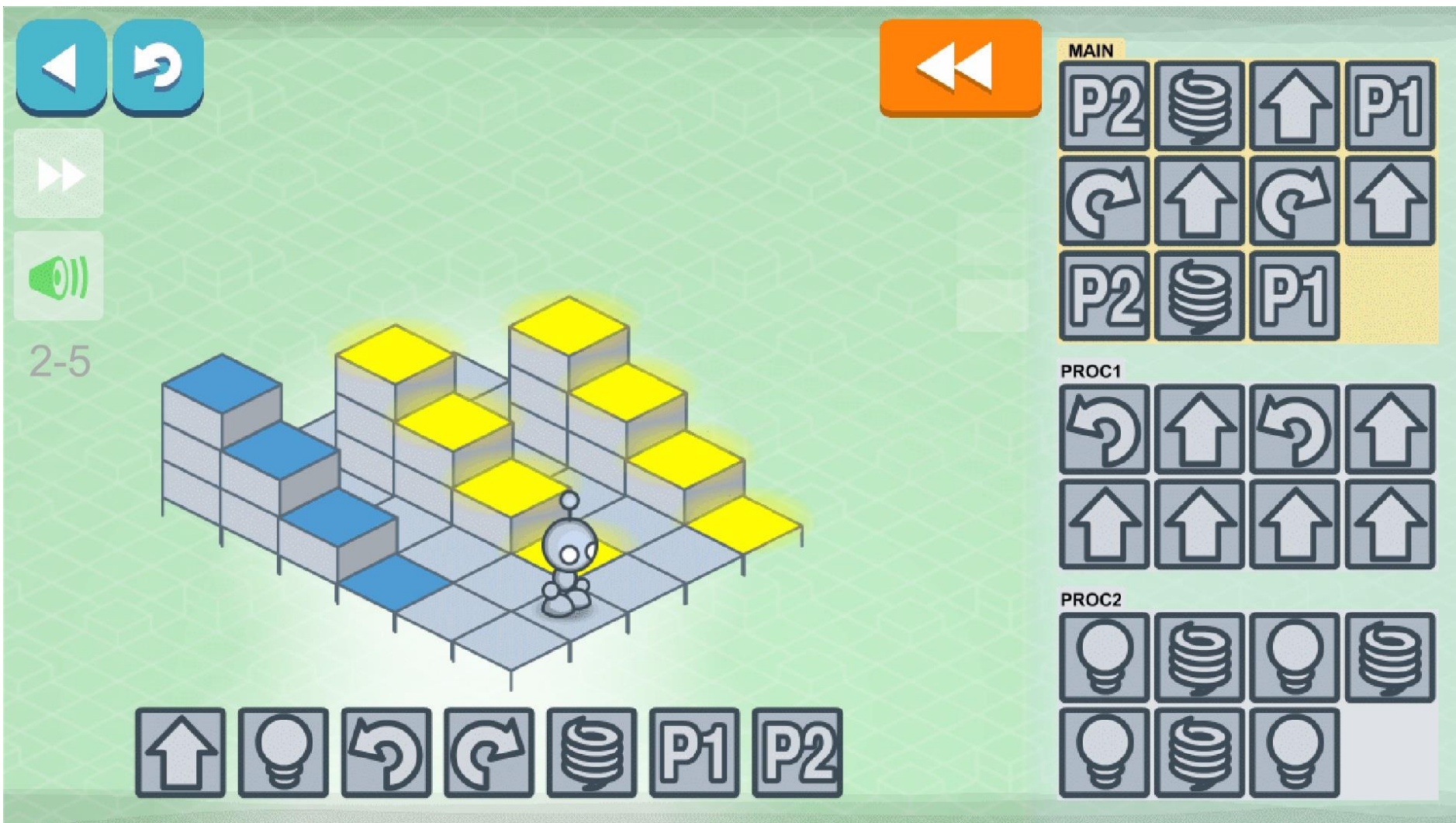
Lightbot (5) – Prvý štruktúrny úspech



<http://lightbot.com/flash.html>

Lightbot (6) – zložitejšia úloha (aj pre dospelých)

3 varianty zadania: na 1. pokus / rýchlosť / úspornosť



Programovanie je forma plánovania

<http://lightbot.com/flash.html>

Tarski's World: sprievodná aplikácia učebnice logiky **Language, Proof and Logic**:



Tarski's World
(Language,
proof & logic)

Lightbot



**Neherné
využitie
počítačov**

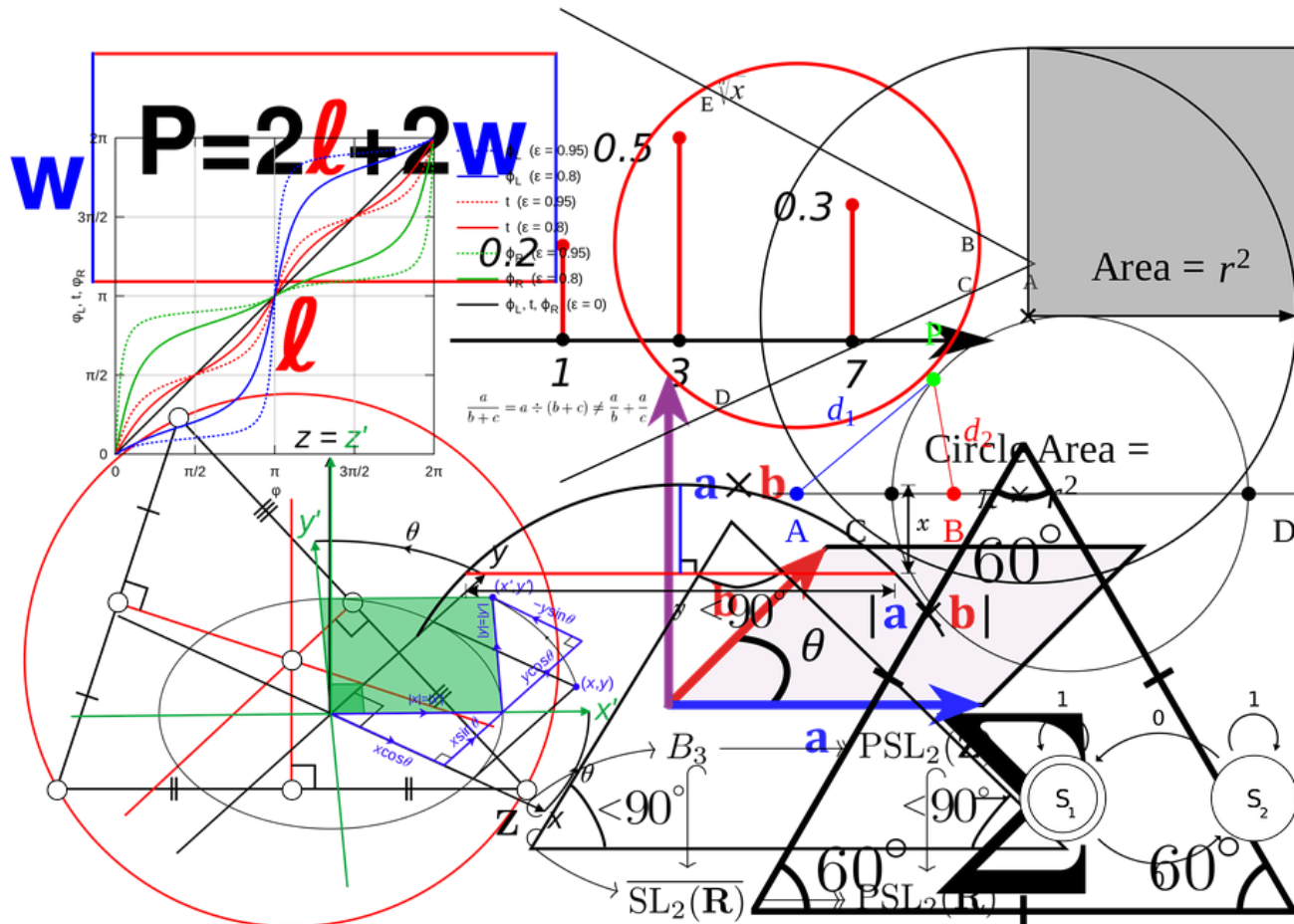
Vážne hry
(*serious games*)

- *vzdelávanie*
- *výcvik*
- *plánovanie*
- *terapia*

**Hry určené
hlavne na
zábavu**



Odborník má prehľad o tom, čo vymysleli iní; nemusí vymyslieť nič nové.
Vedec výskumom a tvorivou prácou tvorí alebo objavuje nové veci a poznatky.
V reálnom živote vedci kombinujú obe roly: prvá je predpokladom druhej.



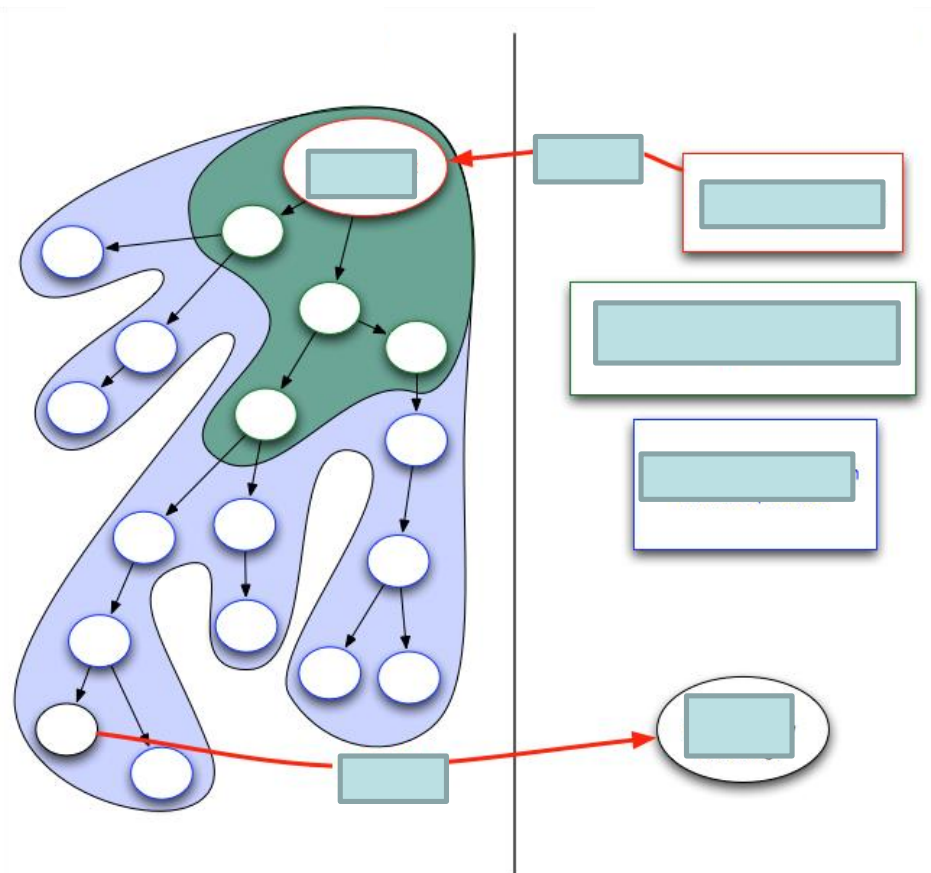


Na jednej ulici je päť domov a každý je inej farby. V každom dome žije človek inej národnosti. Každý z týchto piatich ľudí pije iný typ nápoja, fajčí iný typ cigariet a má iné domáce zvieratko. Kto má doma rybičky?

Nápovedy

1. Angličan býva v červenom dome.
2. Švéd má doma psy
3. Dán pije čaj.
4. Zelený dom je na ľavo do bieleho domu.
5. Majiteľ zeleného domu pije kávu.
6. Človek, čo fajčí Pall Mall cigarety, chová vtáky.
7. Majiteľ žltého domu fajčí značku Dunhill.
8. Muž v strednom dome pije mlieko.
9. Nór žije v prvom dome.
10. Muž čo fajčí Blends, žije vedľa toho, kto chová mačky.
11. Ten, čo chová kone, žije vedľa toho, čo fajčí Dunhill.
12. Ten, čo fajčí BlueMaster, pije pivo.
13. Nemec fajčí cigarety Prince.
14. Nór žije vedľa modrého domu.
15. Muž, čo fajčí Blend, má suseda, ktorý pije vodu.

Moje očakávania od štúdia logiky: znásobenie produktívnosti pri riešení konkrétnych problémov



By Ingi.b at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61854611>



Vysoká abstraktnosť, až „bezobsažnosť“ logických výrokov:

A	B	$A \Rightarrow B$	$B \Rightarrow A$	$A \Rightarrow (B \Rightarrow A)$
T	T	T	T	T
T	F	F	T	T
F	T	T	F	T
F	F	T	T	T

Tautológie: vždy
pravdivé výroky
($A \Rightarrow A$)

- *V logike postupujeme odvodzovaním (dokazovaním) od pravdivých predpokladov k pravdivým záverom, lenže tautológie sa javia ako bezobsažné výroky, pravdivé čisto formálne, a teda (aspoň na prvý pohľad) neužitočné*



Mali by sme postupovať od jednoduchého ku zložitejšiemu.

axiomy výrokového hilbertovského kalkulu. Výrokové axiomy jsou následující:

- $\varphi \implies (\psi \implies \varphi)$
- $(\varphi \implies (\psi \implies \chi)) \implies ((\varphi \implies \psi) \implies (\varphi \implies \chi))$
- $(\neg\varphi \implies \neg\psi) \implies (\psi \implies \varphi)$

Kde φ , ψ a χ jsou libovolné formule jazyka L.

Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hilbertovsk%C3%BD_kalkulus

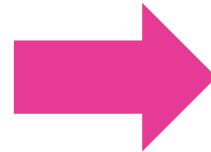
Ostatné tautológie (aj $A \Rightarrow A$) treba odvodiť (dokázať) z axióm

➤ *Prečo musíme dokazovať aj takú samozrejmu pravdu, ako*

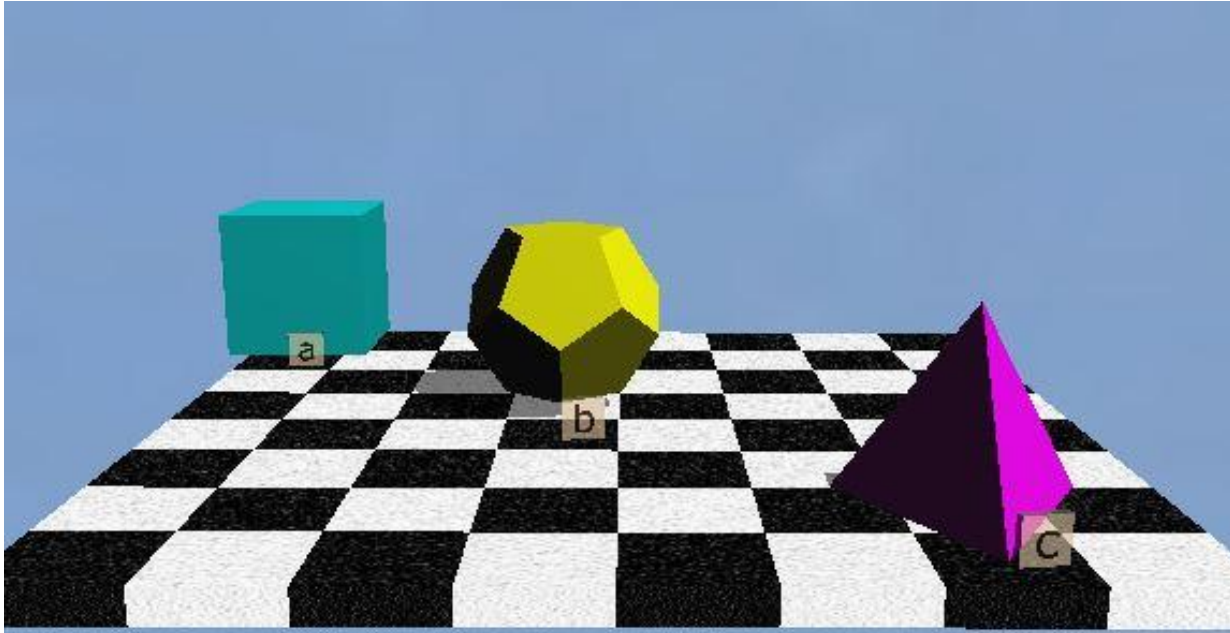
$1 + 1 = 2$?



- *Vytvorená na Stanfordskej univerzite v USA*
- *Určená pre začínajúcich študentov vysokých škôl (bakalárov) bez predchádzajúcej skúsenosti s logikou*
- *Názorné a zrozumiteľné vysvetlenia*
- *Vhodná aj na samoštúdium*
- *Množstvo cvičení a praktických aktivít.*
- *Niektoré doplnkové aktivity (Tarski's World) sa charakterom blížia hre.*



Language, Proof and Logic: aplikácia Tarski's World (Tarského svet)

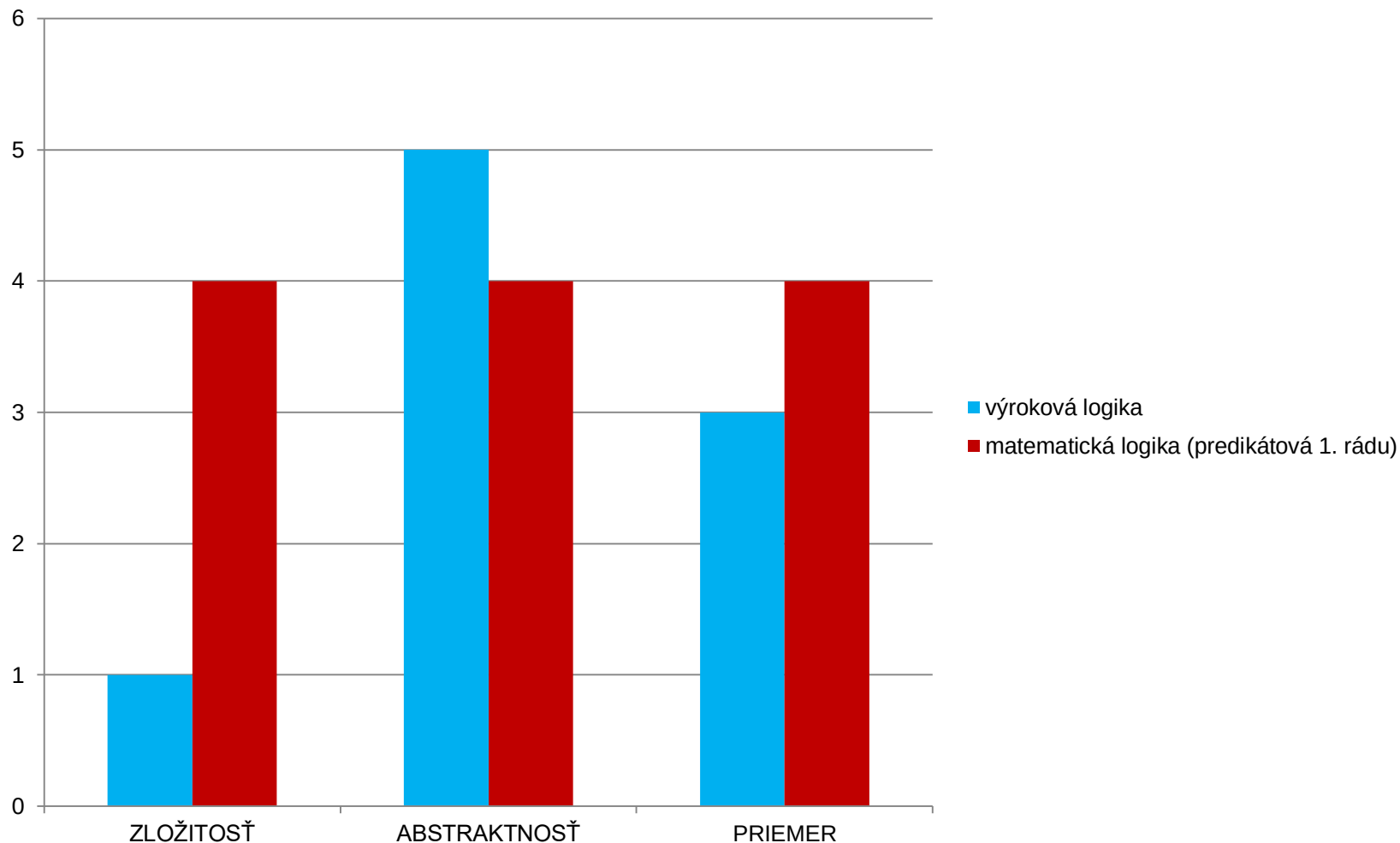


- T 1. $\text{Between}(a, b, c) \vee \text{Between}(b, a, c)$
- T 2. $\text{FrontOf}(a, b) \vee \text{FrontOf}(c, b)$
- T 3. $\neg \text{SameRow}(b, c) \vee \text{LeftOf}(b, a)$
- T 4. $\text{RightOf}(b, a) \vee \text{Tet}(a)$

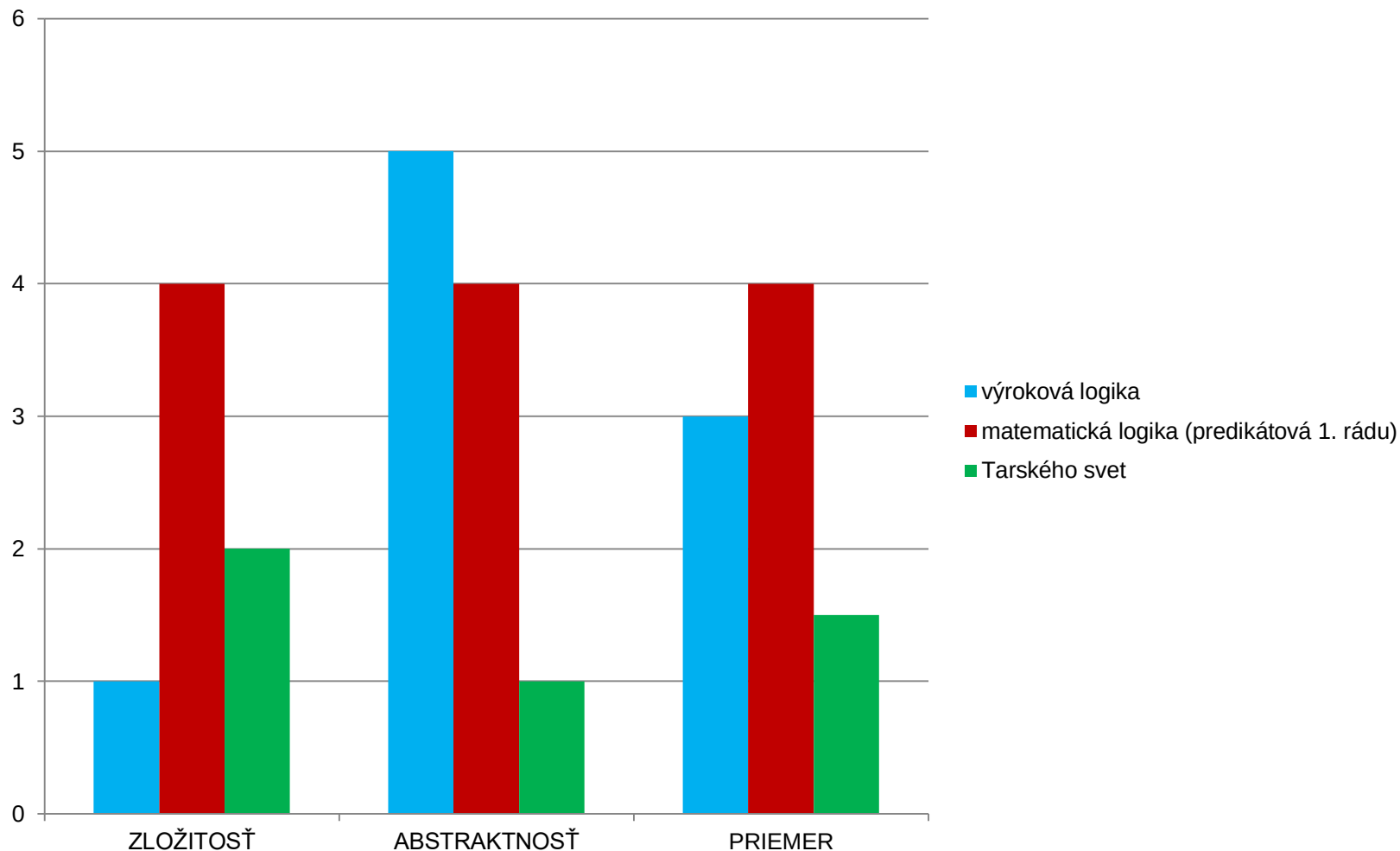
Zadanie: Jedným ťahom dosiahnite, aby všetky štyri tvrdenia prestali platiť:

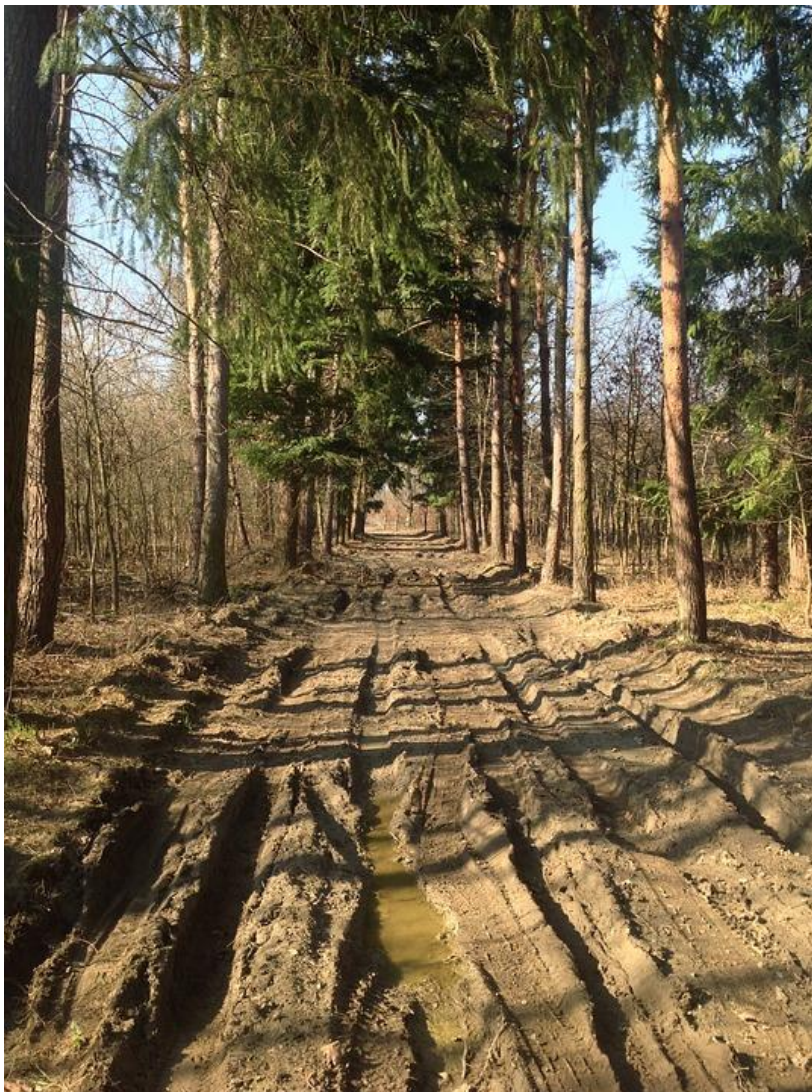
1. (**a** je medzi **b** a **c**) alebo (**b** je medzi **a** a **c**)
2. (**a** je viac vpredu než **b**) alebo (**c** je viac vpredu než **b**)
3. (**b** a **c** nie sú v rovnakom riadku) alebo (**b** je naľavo od **a**)
4. (**b** je napravo od **a**) alebo (**a** je ihlan)

Celková pedagogická obťažnosť rôznych typov logiky (1)



Celková pedagogická obťažnosť rôznych typov logiky (2)





Snaha vyriešiť nejaký vedecký problém sa v logike mení (formalizuje) na dôkaz príslušného tvrdenia (záveru) z istých predpokladov (známych faktov o probléme).

Možno to prirovnať k jazde autom po blatistej ceste z nejakej štartovacej pozície do cieľa (k záveru).

Tautológie potom plnia funkciu **konárov**, ktoré hádžeme pod kolesá auta, keď po ceste niekde zapadneme.

Úloha tautológií v logike (2)



Tautológie možno prirovnať aj ku katalyzátorom v chémii:

Máme dve chemické látky A a B, ktoré spolu nechcú reagovať (alebo len veľmi pomaly):



Keď k nim ale pridáme vhodnú látku C, zrazu sa stane „zázrak“:



Na prvý pohľad je látka C zbytočná...

Úloha tautológií v logike (3)



Tautológie možno prirovnať aj ku katalyzátorom v chémii:

Máme dve chemické látky A a B, ktoré spolu nechcú reagovať (alebo len veľmi pomaly):



Keď k nim ale pridáme vhodnú látku C, zrazu sa stane „zázrak“:



*Na prvý pohľad je látka C zbytočná, **lenže pri reakcii sa v skutočnosti deje:***



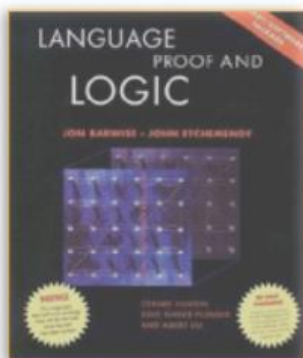
Podobne sa pri logickom dôkaze tautológie kombinujú so známymi faktami, a tým nám pomáhajú dospieť ku zmysluplným záverom.

Language, Proof and Logic: Webstránka



Language, Proof and Logic consists of a book, three logic programs, and an Internet-based grading service (which is free to students who purchase the package).

We constructed an online course based on *Language, Proof and Logic*. You can sign up at Stanford Online to get access to video lectures, quizzes and assignments.



[Learn about the book](#)



[Learn about the online course](#)



[Learn about the software](#)

Language, Proof and Logic (LPL) is published by CSLI Publications and distributed by the University of Chicago Press—ISBN (Paperback): 978-1-57586-632-1 (second edition). *LPL* is available as a paperless package, which may be purchased and downloaded directly from [our store](#), or in physical form available from bookstores (brick or click), and [CSLI publications](#).

[Learn about the team](#) responsible for the package.

Language, Proof and Logic has been translated into [Portuguese](#), [German](#) and [Japanese](#).

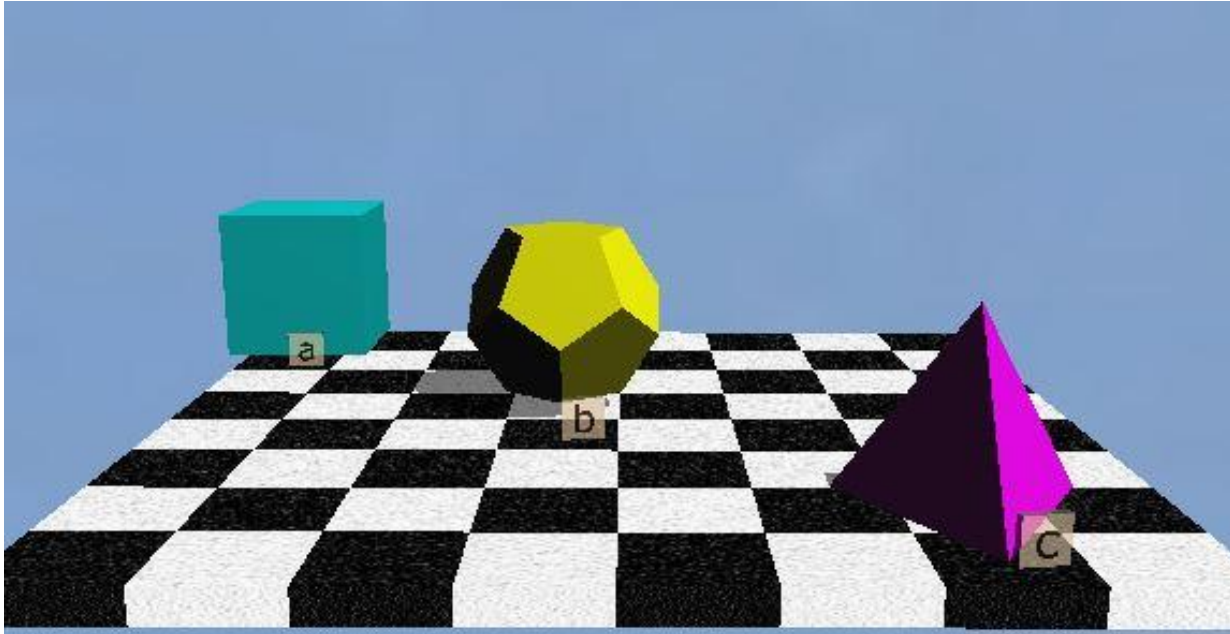
- Webstránka učebnice:

URL: <https://www.gradegrinder.net/Products/lpl-index.html>

- Bezplatný online kurz logiky založený na tejto učebnici:

<https://lagunita.stanford.edu/courses/Philosophy/LPL-SP/SelfPaced/about>

Cvičná úloha (Tarského svet):

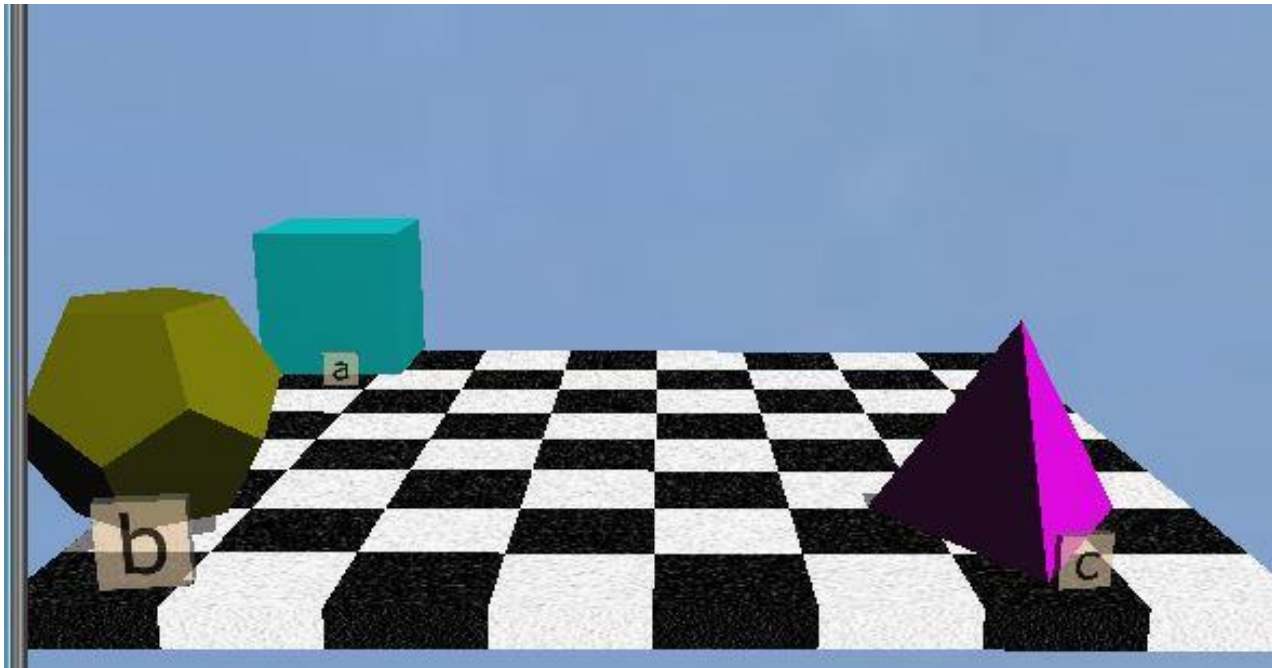


- T 1. $\text{Between}(a, b, c) \vee \text{Between}(b, a, c)$
- T 2. $\text{FrontOf}(a, b) \vee \text{FrontOf}(c, b)$
- T 3. $\neg \text{SameRow}(b, c) \vee \text{LeftOf}(b, a)$
- T 4. $\text{RightOf}(b, a) \vee \text{Tet}(a)$

Zadanie: Jedným ťahom dosiahnite, aby všetky štyri tvrdenia prestali platiť:

1. (**a** je medzi **b** a **c**) alebo (**b** je medzi **a** a **c**)
2. (**a** je viac vpredu než **b**) alebo (**c** je viac vpredu než **b**)
3. (**b** a **c** nie sú v rovnakom riadku) alebo (**b** je naľavo od **a**)
4. (**b** je napravo od **a**) alebo (**a** je ihlan)

Cvičná úloha – riešenie



- | | |
|----------|---|
| F | 1. $\text{Between}(a, b, c) \vee \text{Between}(b, a, c)$ |
| F | 2. $\text{FrontOf}(a, b) \vee \text{FrontOf}(c, b)$ |
| F | 3. $\neg \text{SameRow}(b, c) \vee \text{LeftOf}(b, a)$ |
| F | 4. $\text{RightOf}(b, a) \vee \text{Tet}(a)$ |

1. (**a** je medzi **b** a **c**) alebo (**b** je medzi **a** a **c**)
2. (**a** je viac vpredu než **b**) alebo (**c** je viac vpredu než **b**)
3. (**b** a **c** nie sú v rovnakom riadku) alebo (**b** je naľavo od **a**)
4. (**b** je napravo od **a**) alebo (**a** je ihlan)



**Neherné
využitie
počítačov**

Vážne hry
(*serious games*)

- *Výcvik bezpečnostných síl:*

Projekt EUSAS

**Hry určené
hlavne na
zábavu**



2. Projekt EUSAS



Projekt EUSAS

European Urban Simulation for Asymmetric Scenarios



Institut "Jožef Stefan"



INSTITUTE OF INFORMATICS
SLOVAK ACADEMY OF SCIENCES



FOI





- *Virtuálne výcvikové prostredie, resp. „vážna hra“ pre príslušníkov bezpečnostných síl*
- Vyvíjaná v rámci medzinárodného výskumno-vývojového projektu EUSAS pre Európsku obrannú agentúru EDA
- Asymetrické scenáre: oponenti nie sú klasické ozbrojené sily, ale výtržníci, militanti, teroristi a pod.
- Hlavné využitie: pri nebezpečných alebo finančne náročných scenároch, ktoré ťažko realizovať fyzicky v existujúcich výcvikových zariadeniach





- Civilní účastníci sú vždy simulovaní počítačom
- Príslušníci bezpečnostných síl môžu byť simulovaní (v analytickom móde), alebo reálni (vo výcvikovom móde).
- Simulácia musí byť *dostatočne realistická...*



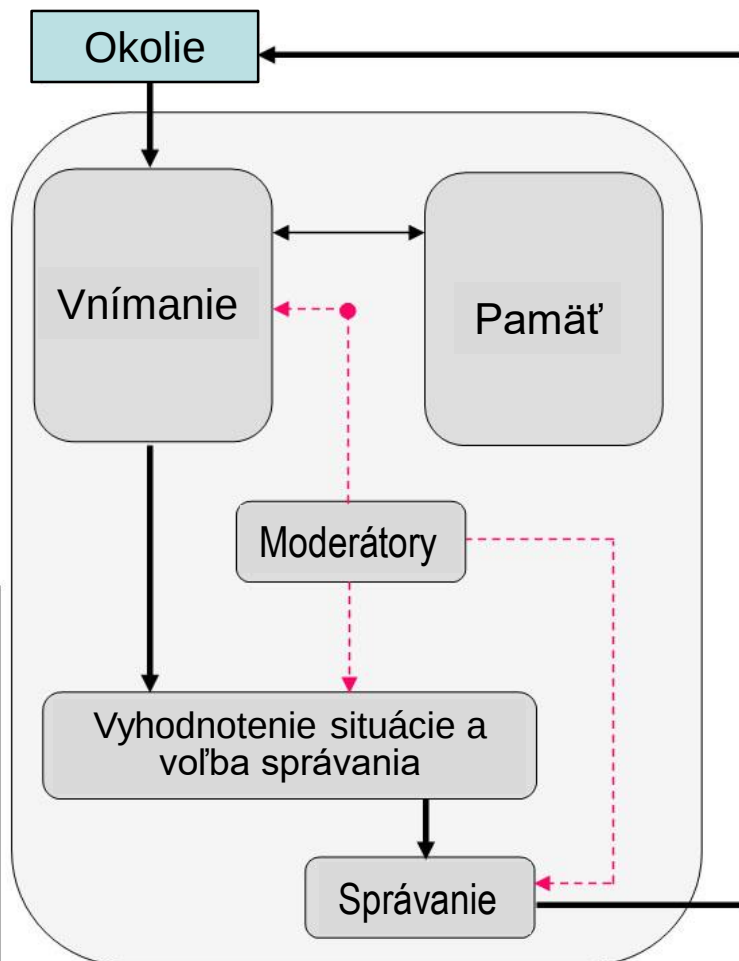
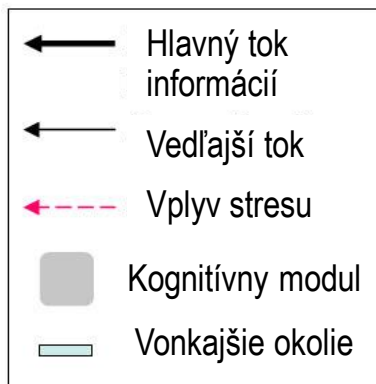
3. Realistické simulácie ľudského správania

Spracovanie informácií v ľudskom mozgu (zjednodušená schéma pre simulovaných agentov)



Vnímanie:

1. Vytvára a ukladá do pamäti **mentálne reprezentácie** vonkajších objektov a vzťahov medzi nimi
2. Porovnaním s pamäťou identifikuje "**nové**" objekty a spúšťa pre ne proces **predpovedí**
3. **Odfiltruje** nevýrazné a irelevantné vnemy
4. Zameria pozornosť na **výrazné a relevantné** stimuly



Pamäť uchováva:

1. Mentálne **reprezentácie objektov**
2. **Kognície**, t.j. **vzťahy** medzi objektami alebo osobami: **A rel B**
 $rel = \{ \text{blíži sa, ohrozuje...} \}$
A, B = reprezentácie objektov
3. **Očakávania** = výsledky mentálnej simulácie (predstavivosť)

Moderátory:

1. **Emócie a emočné vybudenie**
2. **Fyzické vyčerpanie**
3. **Časový stres**

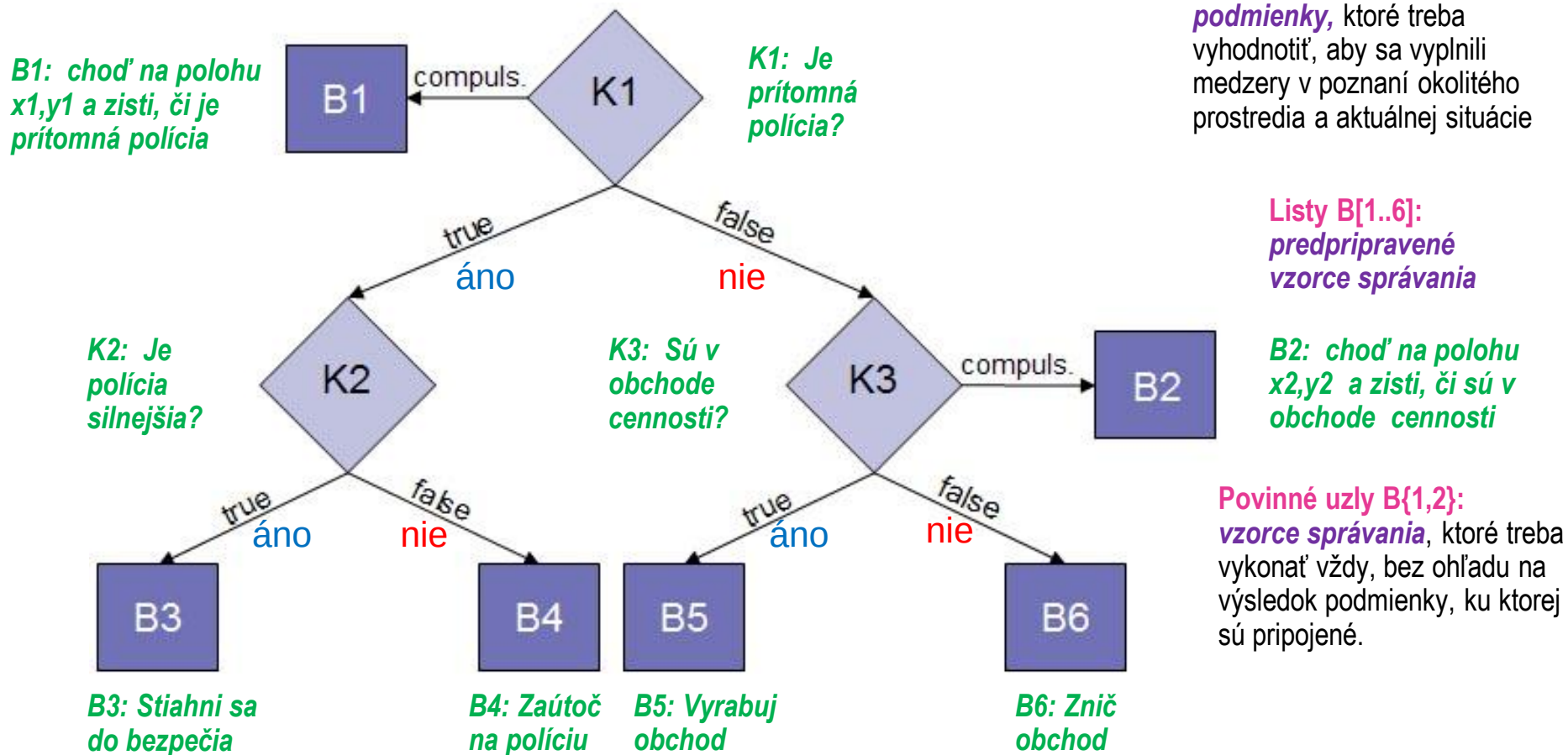
Vyhodnotenie situácie a voľba správania:

1. **Množina pravidiel** priradí kognitívnym úlohám stratégie riešenia
2. **Proces predpovedí** vyhodnocuje budúce hrozby mentálnou simuláciou
3. **Rozhodovacie stromy** pre správanie závislé od okolností

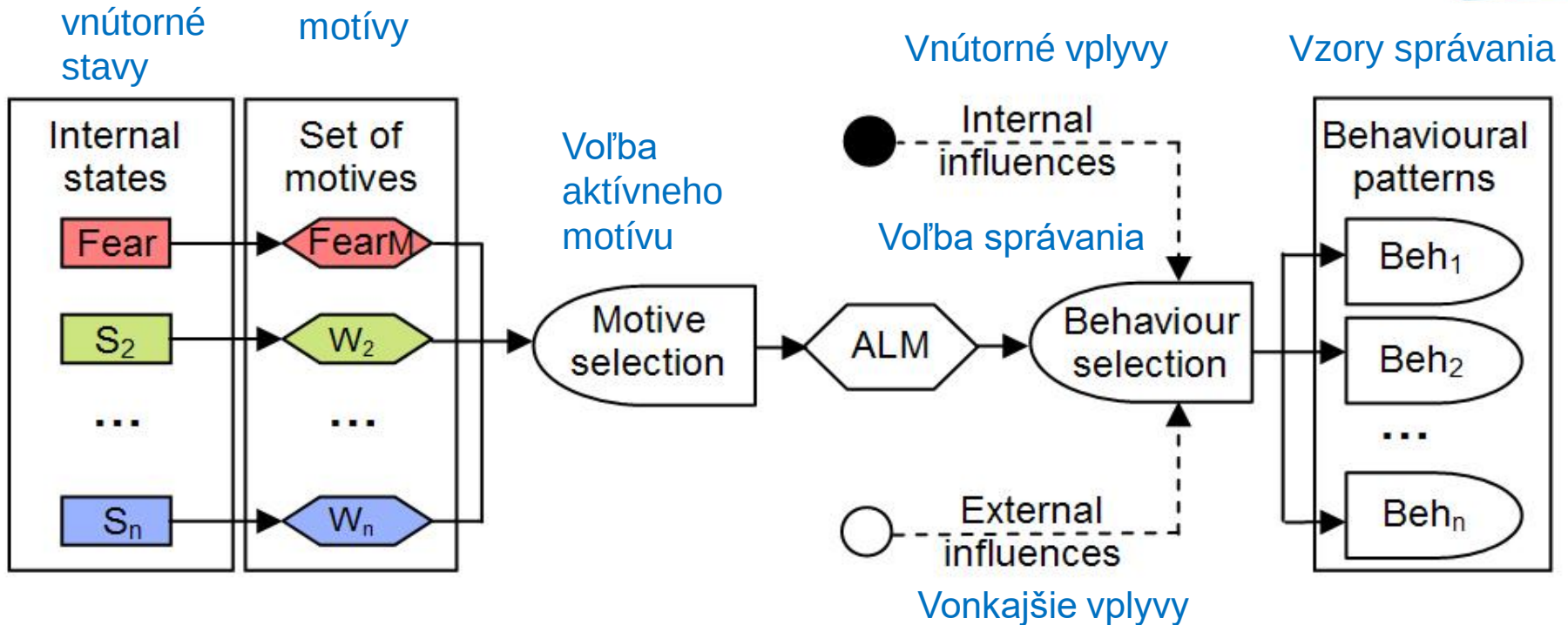
Rozhodovacie stromy pre vyhodnotenie situácie a voľbu správania podľa okolností



PRÍKLAD: Jednoduchý rozhodovací strom pre chovanie výtržníkov



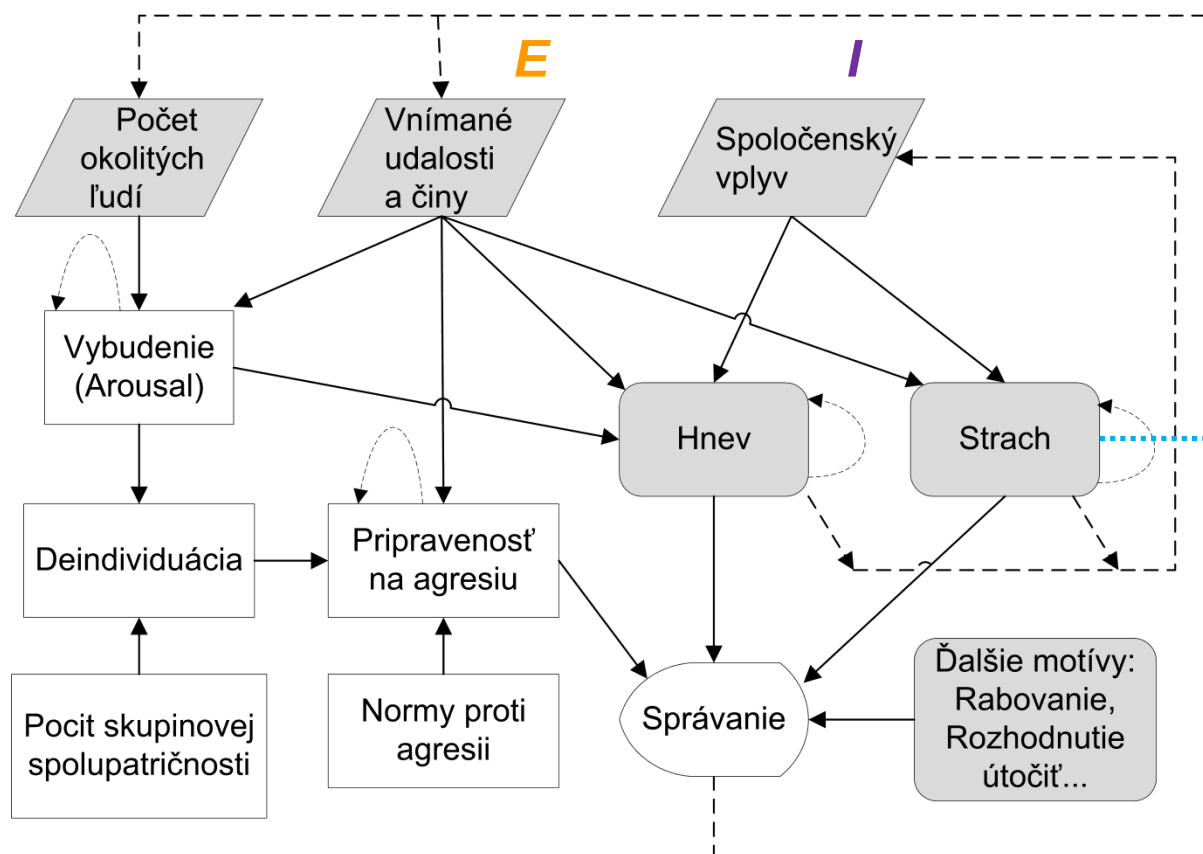
PECS: vnútorné stavy, motívy a voľba aktívneho motívu



Motívy sú *normalizované* do škály 0..1 (or 0..100%) aby sa dali navzájom numericky porovnať. Normalizovaná hodnota 0 reprezentuje minimálnu hodnotu a normalizovaná hodnota 1 (100%) maximálnu hodnotu daného motívu

reproduced from: B. Schmidt, "Modelling of Human Behaviour: The PECS Reference Model,"
in *Proc.14th European Simulation Symposium*, A. Verbraeck, W. Krug, Eds. SCS Europe BVBA, 2002.

Model vzniku kolektívnej (davovej) agresie

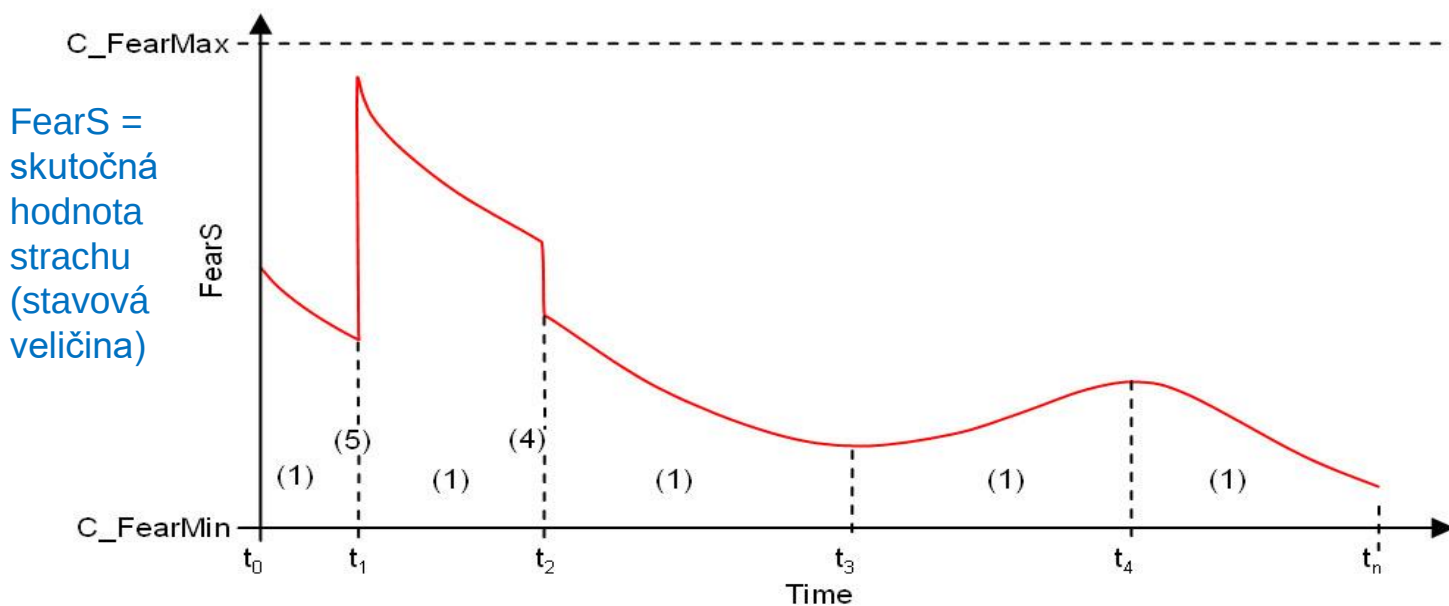


$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dF}{dt} = f(F, I_F) \\ F = F^* + E_F \end{array} \right.$$

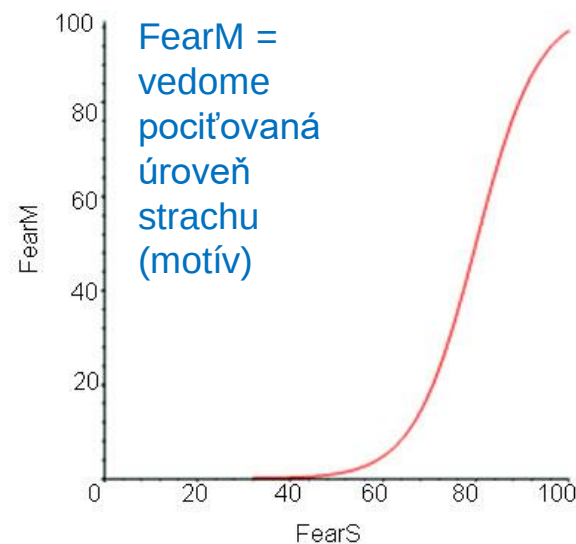
LEGENDA



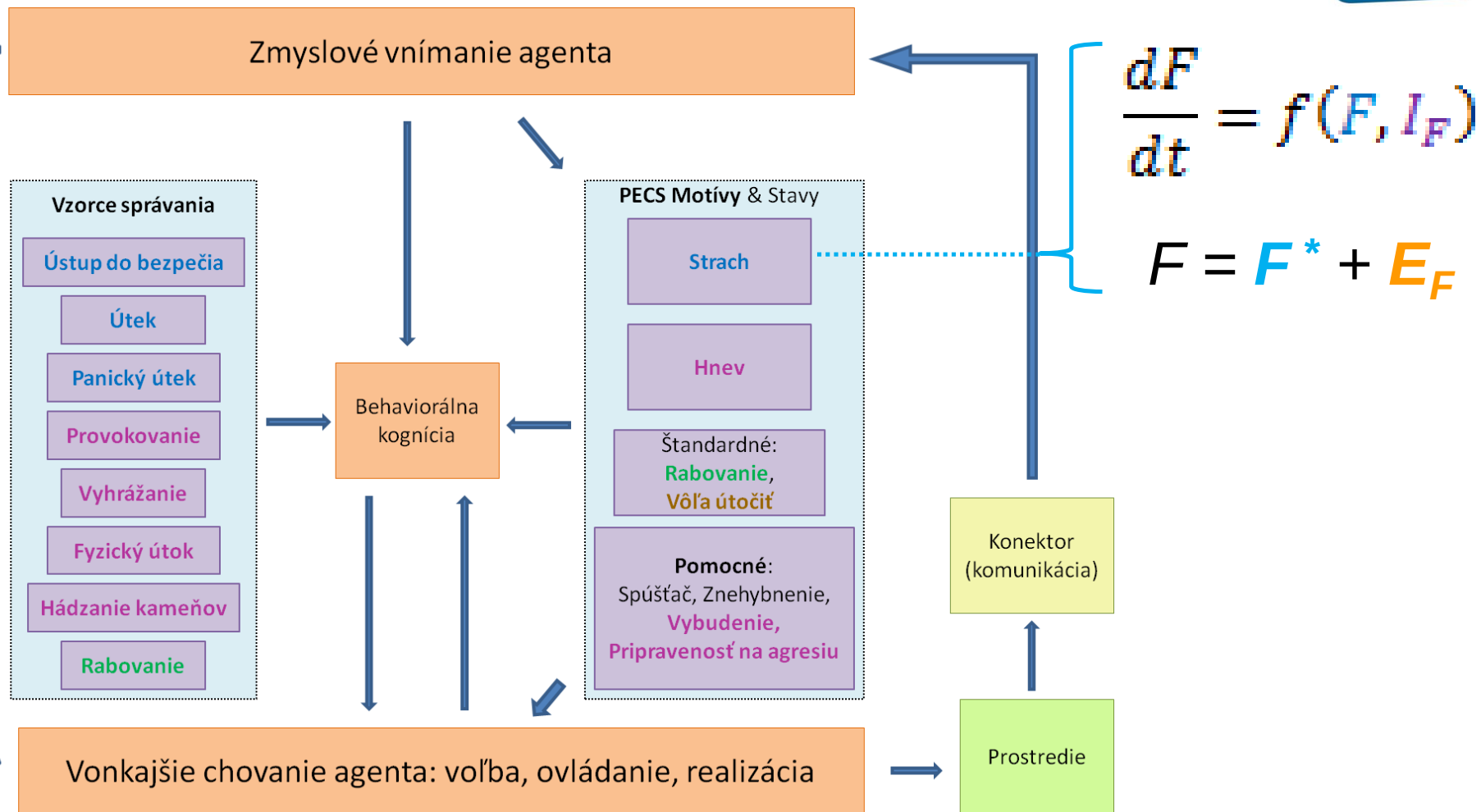
Vývoj emócií v čase -- strach



- (t_0, t_1) = keď sa nič nedeje, strach klesá
- t_1 = náhly vzrast strachu (vonkajšia udalosť)
- t_2 = náhly pokles strachu (upokojujúca udalosť)
- (t_3, t_4) = postupný nárast strachu pod emočným vplyvom okolitých agentov, ktorých konanie ovláda strach



Vnútná štruktúra simulovaných civilistov





4. Ukázky simulací 2D a 3D

3D vizualizácie vo VBS2 (Virtual Battle Space) by Bohemia Interactive (*ARMA*, *Operation Flashpoint*)



Civil_2 ProvokeAggressively Soldier_0

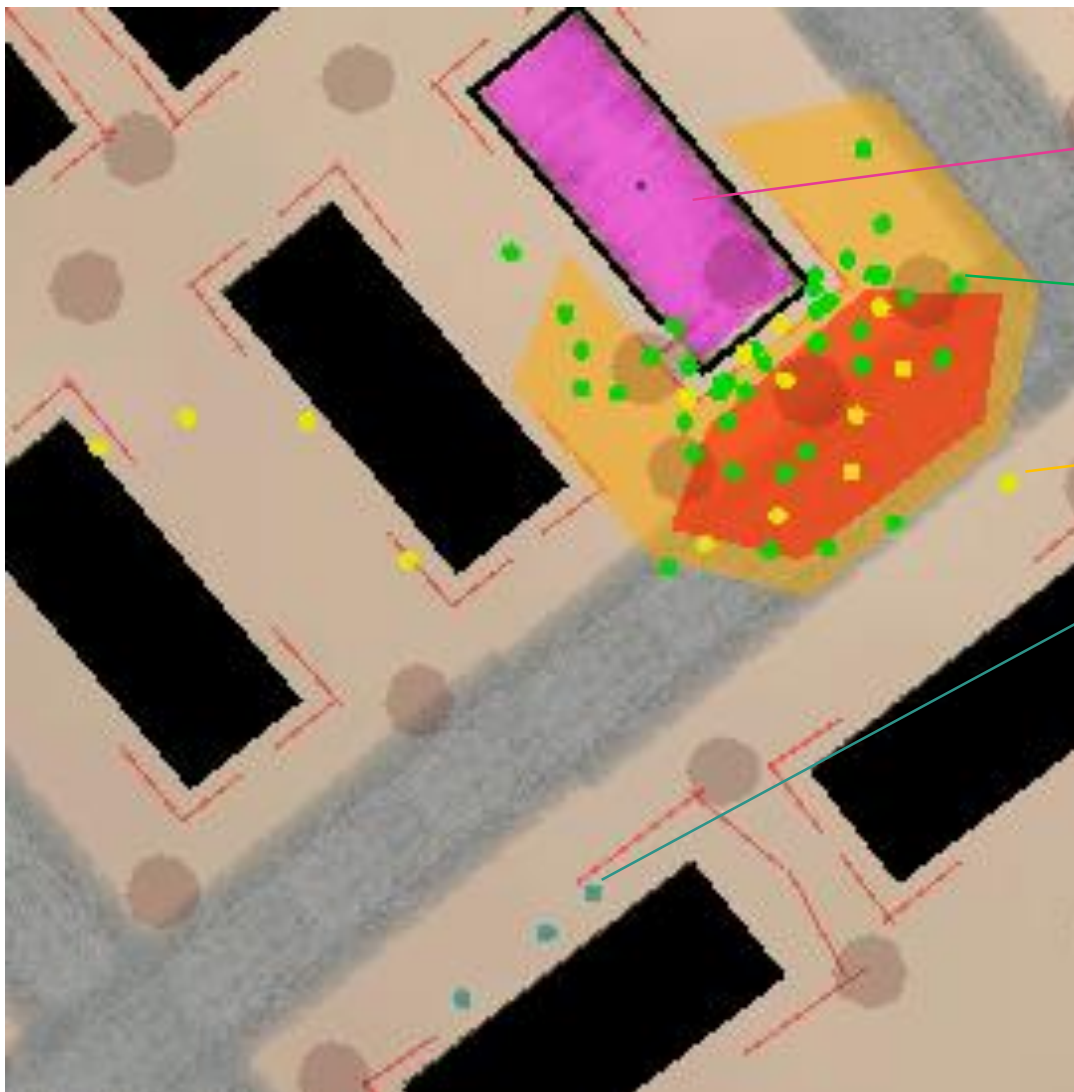


Ikony nad hlavami agentov vo VBS2 signalizujú ich úmysly



Ikona	Úmysel civilistu	Odpoveď vojaka	Ikona
(o_o)	Vyjednávanie (len civilní lídri)	Pokojná odpoveď	(o_o)
(-_-)	Mierna provokácia	Slovné varovanie	(O_o)
('_')	Agresívna provokácia	Varovná gestikulácia	(~_~)
(>_<)	Hrozba	Pripraviť si zbraň	('_')
\('_')/	Fyzický útok päsťami	Natiahnuť zbraň	(>_<)
\(>_<)/	Hádzanie kameňov	Varovný výstrel do vzduchu	\('_')/
\(>_<)/	Opakované hádzanie kameňov	Ostrý výstrel do nôh útočníka (znehynenie)	\(>_<)/

2. scenár projektu EUSAS: Afganistan, rabovanie obchodu neďaleko vojenskej základne



ISAF misia v Afganistane

Obchod

Rabujúci

Agresívni jedinci

Bezpečnostná hliadka

Videá:

[MASON: zmiešaný priebeh](#)

[VBS2: skutoční hráči](#)

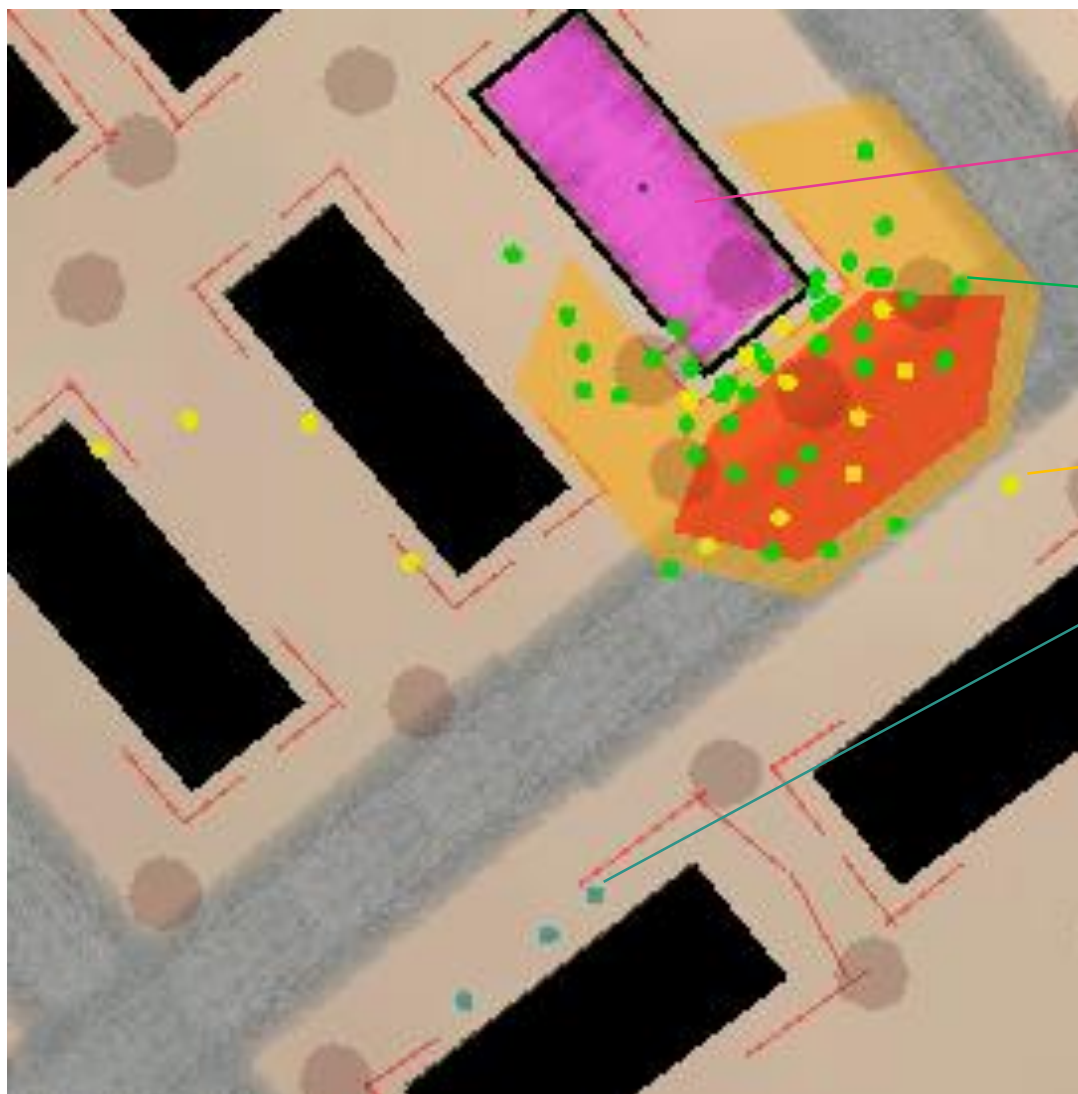
Virtuálny výcvik príslušníkov francúzskej armády





5. Prekvapenia: nepredvídateľné javy v zložitých systémoch

2. scenár projektu EUSAS: Afganistan, rabovanie obchodu neďaleko vojenskej základne



ISAF misia v Afganistane

Obchod

Rabujúci

Agresívni jedinci

Bezpečnostná hliadka

Videá:

[MASON: ustráchaný priebeh](#)

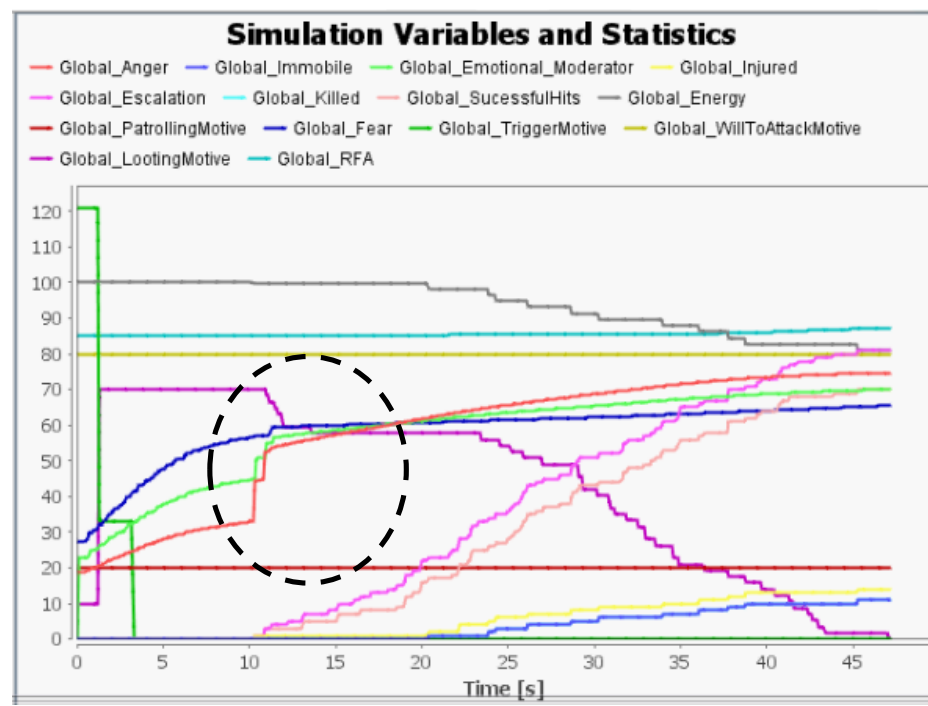
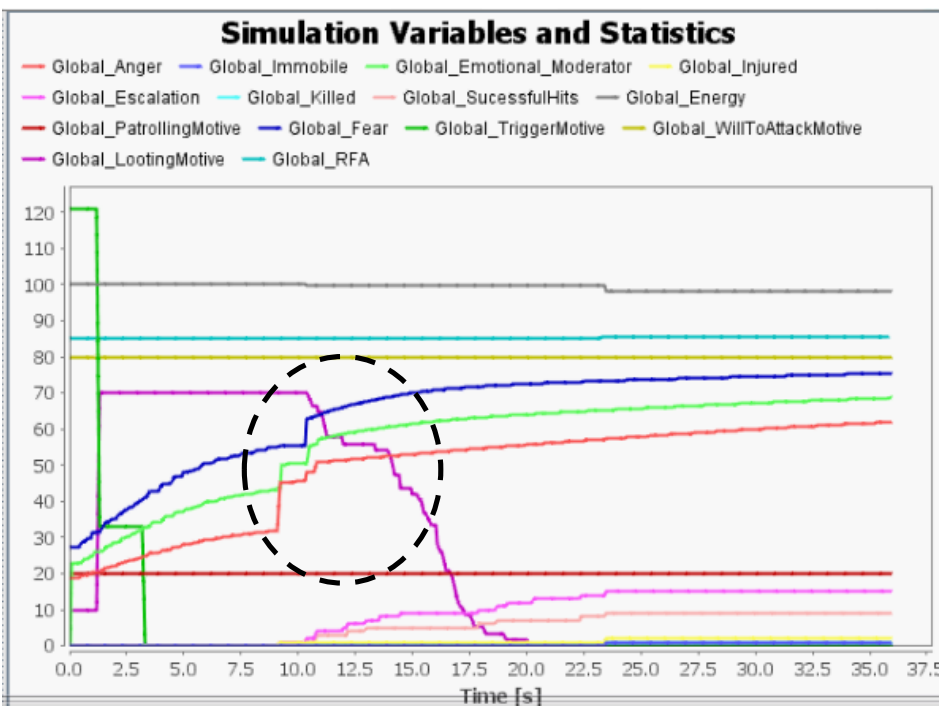
[MASON: agresívny priebeh](#)

Porovnanie časových priebehov hnevu a strachu v týchto scenároch



MASON: ustráchaný priebeh

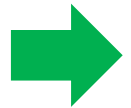
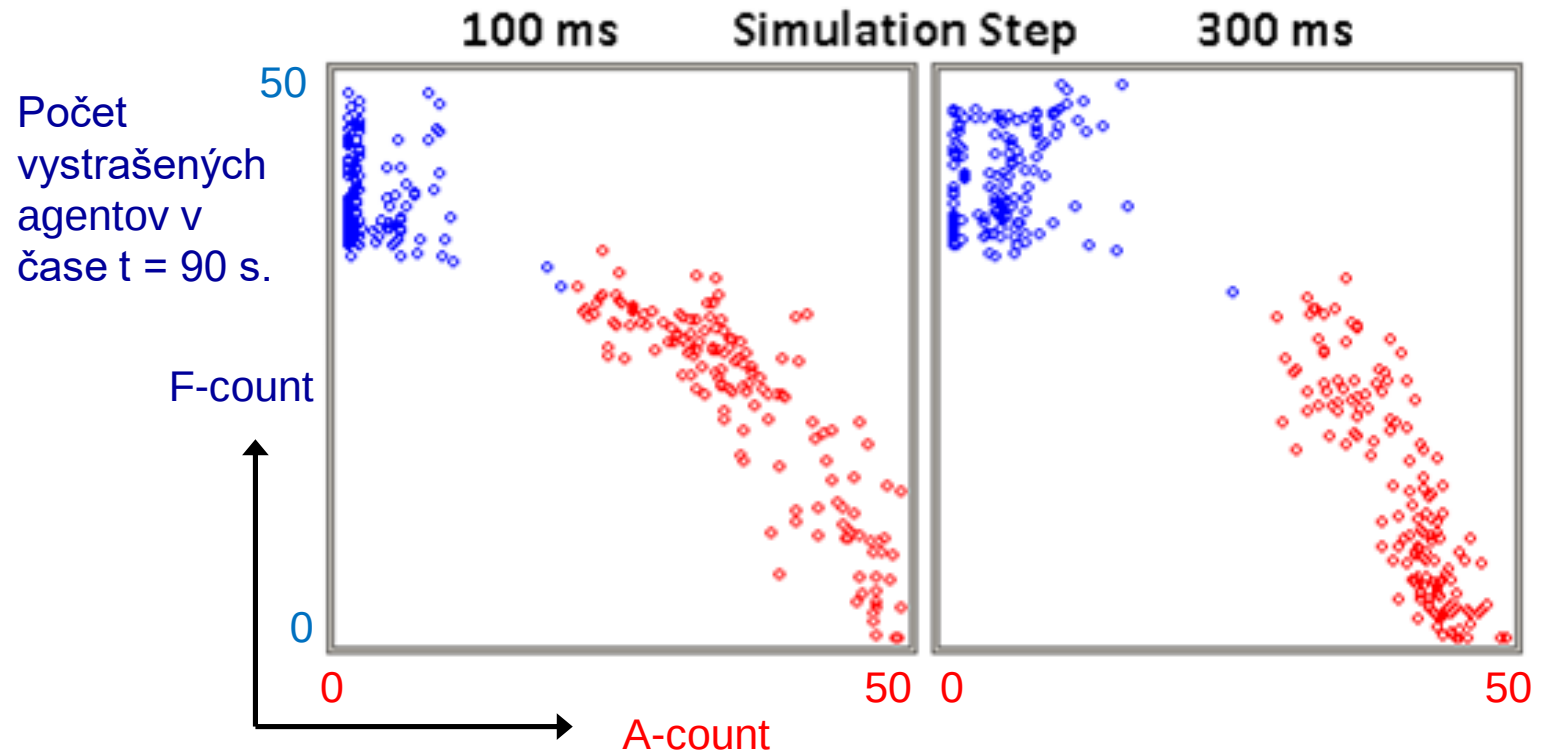
MASON: agresívny priebeh



Môže byť odlišný priebeh simulácií s rovnakými parametrami spôsobený *chybami zaokrúhľovania* ?



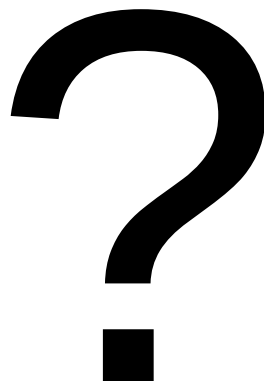
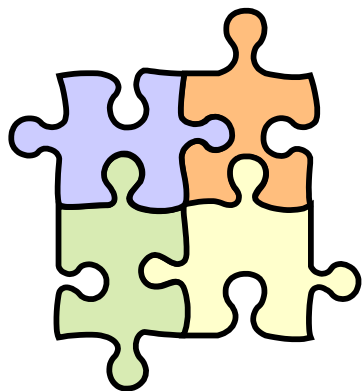
Klastrovanie simulácií pre počiatočné hodnoty $A_0 = 0.2$, $F_0 = 0.3$



NIE

Počet
nahnevaných
agentov v
čase $t = 90$ s.

Hľadanie príčin skúmaného javu a spôsobov, ako ho dostať pod kontrolu



1. Rola odborníka: Skúmanie toho, čo vymysleli iní



Štruktúrálna rovnica má jednu závislú premennú Y na ľavej strane

$$Y = f(X_k, k = 1 \dots n),$$

kde $\{X_k, k = 1 \dots n\}$ sú jej rodičovské premenné a f bližšie nešpecifikovaná (potenciálne nelineárna) funkcia popisujúca kauzálny mechanizmus, ktorý určuje jej hodnotu.

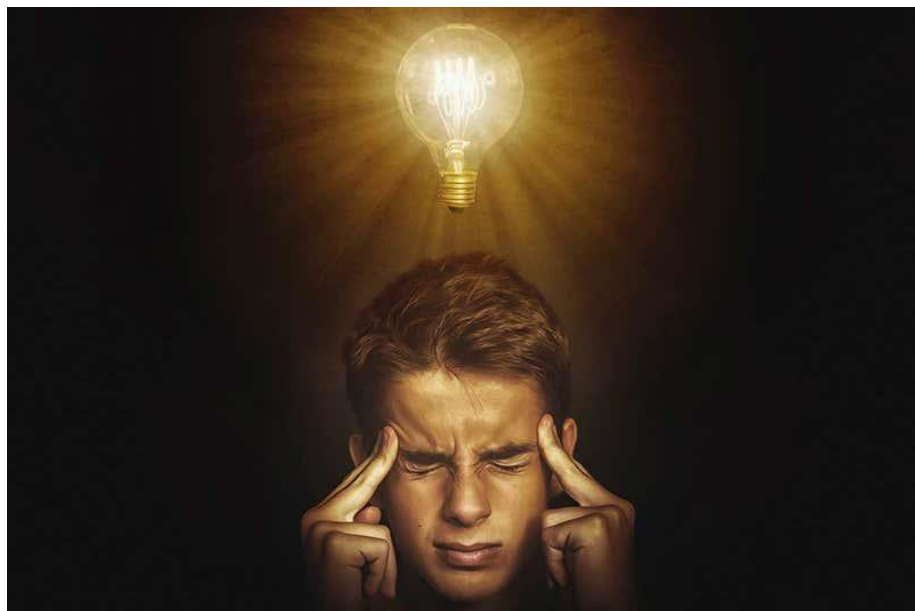
V systémoch popísaných štruktúrnymi rovnicami možno zaviesť pojem **aktuálnej príčiny**, ktorý umožňuje získať

- **Netriviálne výsledky** pre binárne a kategorické premenné;
- **Spravidla triviálne výsledky** pre spojité (reálne) premenné:
Hodnoty všetkých rodičovských premenných budú považované za aktuálne príčiny výslednej hodnoty závislej premennej Y .

2. Tvorivá kríza



3. Aha-zážitok



4. Rola vedca: Návrh vlastných postupov a riešení



$$Y = f(X_k, k = 1 \dots n),$$

Problém triviálnosti

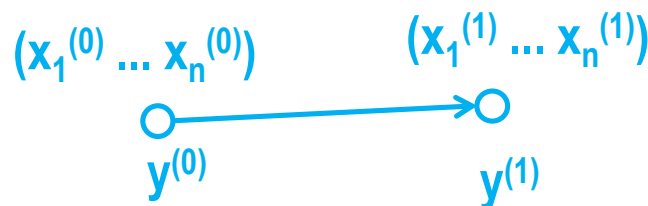
môžeme prekonať

kvantifikáciou príspevku

jednotlivých rodičovských
premenných:

Akú časť výslednej zmeny
 Y (ΔY) možno pripísať
zmene jednotlivých
rodičovských premenných
 $\Delta X_1 \dots \Delta X_n$?

Zdanlivá nevýhoda sa zrazu
stane **výhodou**.



$$\Delta Y \approx \text{grad}(Y) \cdot (\Delta X_1 \dots \Delta X_n)$$

$$\approx \left(\frac{\partial f}{\partial X_1} \dots \frac{\partial f}{\partial X_n} \right) \cdot (\Delta X_1 \dots \Delta X_n)$$

$$\approx \underbrace{\frac{\partial f}{\partial X_1} \cdot \Delta X_1}_{\text{Príspevok } X_1} + \dots + \underbrace{\frac{\partial f}{\partial X_n} \cdot \Delta X_n}_{\text{Príspevok } X_n}$$

Príspevok X_1

Príspevok X_n



Štandardná
lineárna
aproximácia pre
malé intervaly

Predpoklady:

- (1) f je diferencovateľná podľa X_k ,
- (2) X_k sú navzájom nezávislé

5. Koniec dobrý, všetko dobré...





6. Projekt EUSAS dobre ilustruje aj osobité postavenie informatiky:

„*Voľná vstupenka*“ do mnohých, *aj humanitných* odborov:

- Výpočtová sociológia, umelá inteligencia
- Výpočtová biológia, bioinformatika
- Simulácie:
 - Ekonomika, ekosystémy, živé organizmy
 - Počasie, hydrológia...
 - Medicína: nové lieky, materiály, nanočastice...



7. Prienik informatiky s umelou inteligenciou: Dokážeme v počítači vytvoriť ľudské vedomie a subjektívne prežívanie?



Zástancovia tézy o tzv. „silnej umelej inteligencii“ (angl. *strong AI*) sú presvedčení, že v princípe je možné vytvoriť **roboty**, ktoré sa inteligenciou nielen vyrovnajú človeku, ale ho aj predčia, a navyše **môžu disponovať vedomím a subjektívnym prežívaním**.

Pozície blízke ***strong AI*** zastávali napr. zakladatelia **AI** Marvin Minsky, Allen Newell, Herbert A. Simon, John McCarthy (všetci USA), a tiež Aaron Sloman (UK) a filozof Daniel Dennett (USA).

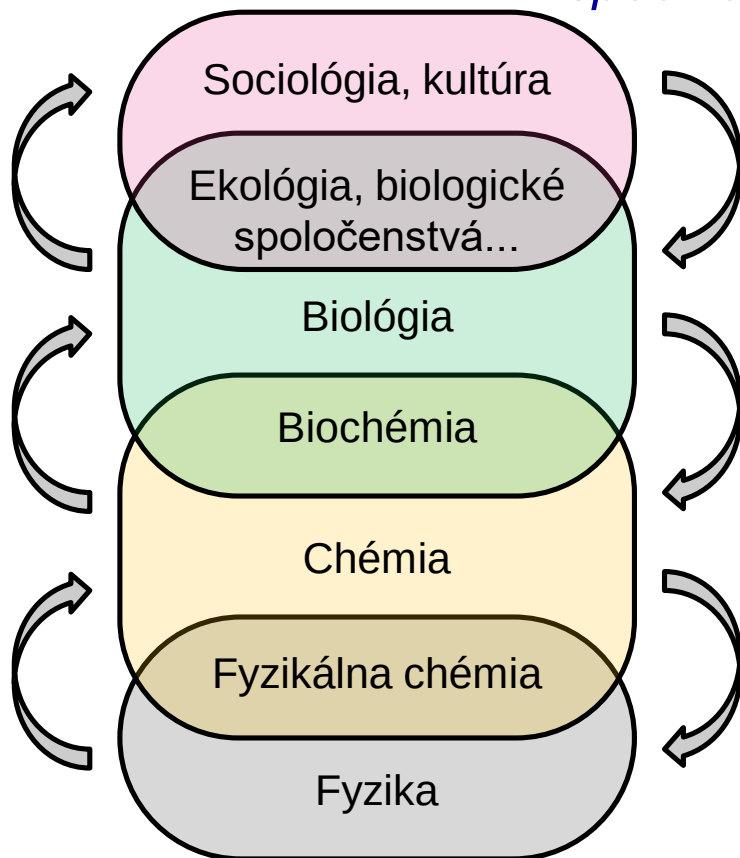
(Väčšina výskumníkov umelej inteligencie sa však iba snaží navrhnúť užitočné inteligentné roboty, čo je realistickejšia úloha nezávislá od platnosti tejto tézy.)

Reduktívny prístup k vedomiu



*Emergencia
(vynáranie sa)*

*Supervenienca
(nadstavba,
spočíva na)*



Vyspelé formy vedomia a inteligencie
(človek, možno primáty...)



Jednoduchšie formy vedomia
(cicavce, vtáky...)

Rozmnožovanie, adaptácia na prostredie...

Reakčné teplo, reakčná rýchlosť ...

Pohybová energia $E = \frac{1}{2} (mv^2)$, tlak plynu p ...

Hmotnosť m , náboj q , rýchlosť v , čas t ...



John Searle (biologický naturalista):

- Všetky mentálne javy sú podľa neho spôsobené nižšími neurobiologickými procesmi v mozgu, čo je tiež redukcia vedomia, ale biologická, nie informatická, lebo:
- Počítač tieto javy iba simuluje, nie je to realita (podobne ako simulácia búrky).

David Chalmers („naturalistický dualista“):

- Fyzika popisuje javy iba zvonka, ale naše subjektívne prežívanie je tak nedostupné.
- Treba preto rozšíriť ontológiu fyziky o nové pojmy, ako subjektívne prežívanie (angl. „*experience*“), resp. jeho zárodok (angl. „*proto-experience*“).
- Funkcie a štruktúru vedomia možno uspokojivo skúmať „zvonka“ štandardnými metódami neurovedy a kognitívnej vedy.

Jonathan Lowe (predstavitel' „dualistického interakcionizmu“):

- subjektívny aspekt preniká tak hlboko do funkcií a štruktúry vedomia, že metódy neurovedy a kognitívnej vedy nie sú v skutočnosti adekvátne ani pre ich skúmanie.

Viac informácií možno nájsť na internete:

- doplnkové materiály k tejto prednáške: <http://marcelkvassay.sk>
- zborník „*Mysel', inteligencia a život*“ viacerých slovenských a českých autorov
- Vyhľadávanie v Google pre výrazy „filozofia vedomia“, „filozofia mysle“



Ďakujem za pozornosť

Podrobnejšie informácie a materiály
súvisiace s prednáškou:

<http://marcelkvassay.sk>