

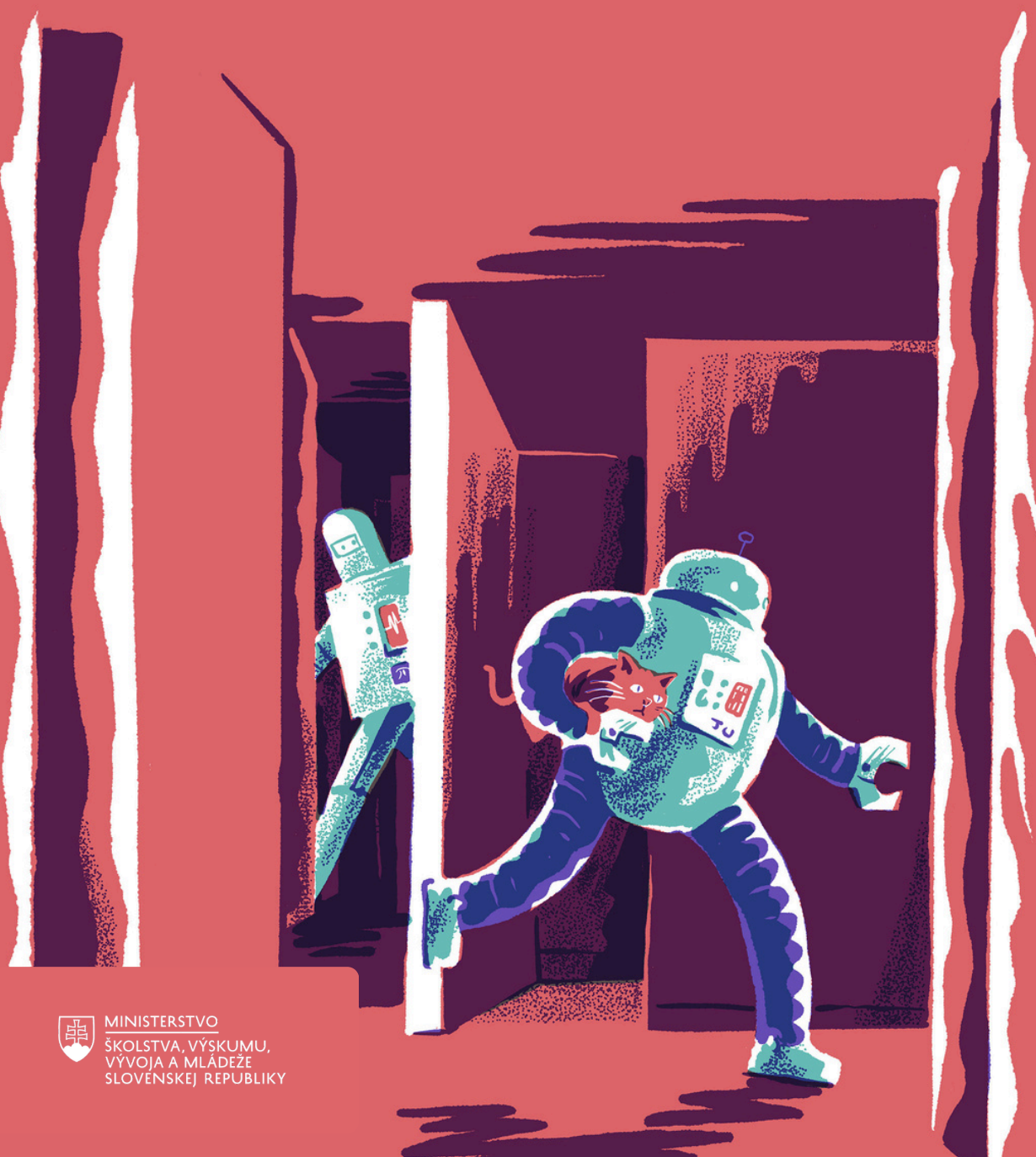


Umelá  
inteligencia  
vo vzdelávaní

06

# Učenie sa zo skúseností

Robotie dobrodružstvo v bludisku



MINISTERSTVO  
ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,  
VÝVOJA A MLÁDEŽE  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Metodický materiál pre výučbu umelej inteligencie  
AI v informatike pre 3. až 5. ročník ZŠ

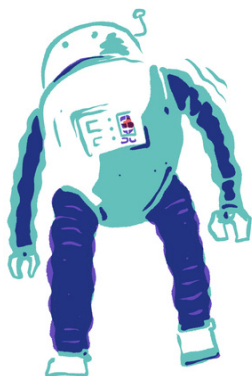
# Učenie sa zo skúseností: Robotie dobrodružstvá v bludisku

## Koncepcia

Mačka Mačička sa stratila, a tak sa Ju a Pí vydávajú hľadať ju. Čaká ich dobrodružná cesta. Objavia rozsiahly labyrint chodieb pod mestom a zistia, kam sa strácajú všetky ponožky. Ako sa ale v bludisku čo najlepšie orientovať? Je lepšie použiť pravidlo pravej ruky alebo omrvinky z chleba? Jedno je ale isté – roboti sa, rovnako ako ľudia, neučia len z príkladov, ale aj zo skúseností.

### Robot Ju

Ju je naprogramovaný ako zvedavý a trochu neistý robot. Vždy sa snaží porozumieť druhým. Okrem toho zbiera rôzne ľudské artefakty, ktoré nachádza na internete: vzácne obrázkové mémy alebo staré internetové trendy. Tie potom ukazuje robotovi Pí, pre ktorého ale žiadnu hodnotu nemajú.



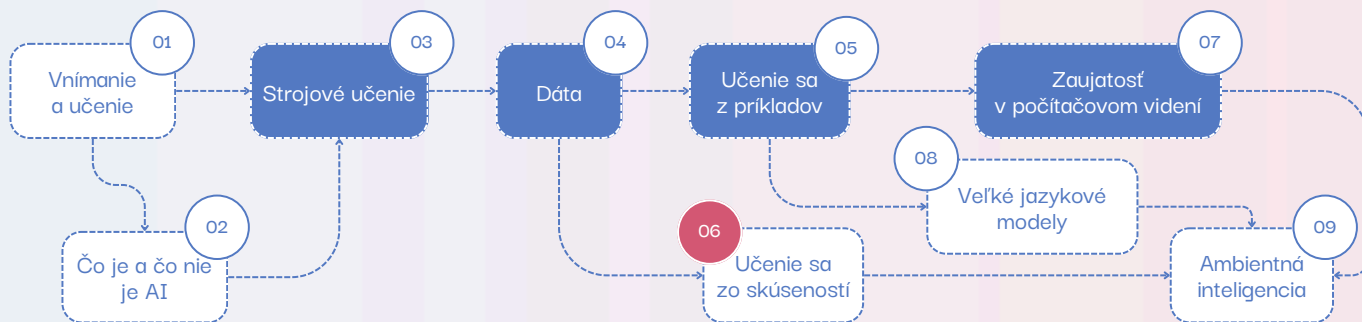
### Robot Pí

Pí je naprogramovaný s dôrazom na praktickosť. Neustále hľadá spôsoby, ako efektívne spracovávať dáta. Ľudské pocity ho vôbec nezaujímajú, dôležité sú čísla. Vždy generuje rýchlu a presnú odpoveď, často ale berie veci príliš doslovne. Pí trávi čas stávaním zložitých mechanických modelov.



## Mapa učebného pokroku

Mapa učebného pokroku definuje koncepty, ktorým by mali deti porozumieť na 1. stupni ZŠ. Tie najdôležitejšie (základné) majú modrú výplň, odporúčané koncepty zase bielu. Ku každému konceptu vzniká metodický materiál a prezentácia.



Materiál vytvoril tím neziskovej organizácie AI deťom v rámci projektu AI Kurikulum a podlieha licencií [Creative Commons 4.0 – Medzinárodná](#).

Preklad do slovenčiny zabezpečilo Ministerstvo školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky.



**AI deťom**

Formulár na  
pripomienky.



Pozn.: Rodová rovnosť je pre AI deťom kľúčová, ale na zostručnenie využívame v našich metodikách formulácie v mužskom rode.

# Slovníček pojmov

## Umelá inteligencia (AI – Artificial Intelligence)

Žiadna z definícií termínu „umelá inteligencia“ vlastne nie je ustálená. Všetky sa ale zhodujú v tom, že je to systém, ktorý simuluje ľudské myslenie a konanie.

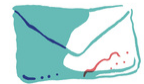
Umelá inteligencia má obvykle formu počítačového programu a slúži na riešenie úloh, na ktoré bol predtým potrebný značný ľudský intelekt, a teda boli doménou ľudí. Je to okrem iného aj vedecký odbor s počiatkami siahajúcimi do prvej polovice 20. storočia. Ten sa snaží inteligentným systémom nielen porozumieť, ale najmä ich tvoriť.

## Strojové učenie (ML – Machine Learning)

Rovnako ako sa človek vie učiť z príkladov a skúseností, sú toho schopné aj človekom vytvorené stroje. Stroje sa učia pomocou metódy, ktorá sa nazýva strojové učenie (pododbor AI). Tá umožňuje systémom umelej inteligencie, aby neboli len súborom vopred naprogramovaných akcií, ale aby samy prichádzali s novými riešeniami. Jedným z cieľov metód strojového učenia je odhaliť vzory vyskytujúce sa vo veľkom množstve dát.

## Posilňované strojové učenie (Reinforcement Learning)

Posilňované učenie (niekedy sa hovorí aj „spätnoväzbové“) je typ strojového učenia, pri ktorom nechávame stroje, aby niečo skúsali sami (metódou pokus-omyl), a následne im dávame spätnú väzbu cez tzv. politiky. Stroje si potom na základe vhodnej spätnej väzby vyvíjajú stratégie správania. Napríklad, ak by sme chceli vyvinúť robota, ktorý sa naučí prechádzať bludiskom, robot by získaval pozitívnu odmenu za každý krok správnym smerom a negatívnu „odmenu“ za chyby alebo slepé uličky. Postupne by sa tak naučil najšť optimálnu cestu bludiskom. Pre zjednodušenie v tejto metodike používame termín „učenie sa zo skúseností“.



# Informácie o lekcii

## Ročníky, dĺžka lekcii

3. – 5. ročník ZŠ, 45 – 90 minút.

## Stavebné kamene

Strojové učenie zo skúseností (posilňované strojové učenie).

## Čo sa žiaci učia?

Stroje sa môžu rovnako ako ľudia učiť zo skúseností. Používajú na to metódu pokus-omyl, kde opakovaným skúšaním nachádzajú to najlepšie riešenie pre danú úlohu.

## Prečo sa to učia?

Porozumenie princípu posilňovaného strojového učenia je dôležitým dielikom v mozaike strojového učenia.

## Ako spoznáme, že sa to naučili?

Vlastnými slovami opíšu konkrétnu stratégiu, ktorá ich viedla k úspechu pri danej úlohe.

## Pomôcky

Pedagóg: Vytlačené pracovné listy pre každého žiaka a prezentácia na premietnutie.

Žiaci: Písacie potreby.

## Ciele digitálnej gramotnosti

Riešiť problémy a kriticky myslieť.

## Bloomova taxonómia

Aplikácia: Žiaci aplikujú stratégie priechodu bludiskom a metódu pokus-omyl na riešenie problému.

Analýza: Analyzujú úspešnosť rôznych stratégií a identifikujú príčiny ich efektivity či neefektivity.

Hodnotenie: Hodnotia výhody a nevýhody použitých stratégií a reflektujú získané skúsenosti.

# Súlad so štátnym vzdelávacím programom

## ŠVP ZV 2023: AI gramotnosť

Vzdelávací cyklus	2. a 3. cyklus
Stručný opis metodiky	Metodika vysvetľuje posilňované strojové učenie cez metaforu bludiska. Žiaci hľadajú optimálnu cestu bludiskom, pričom zbierajú ponožky (odmena) a vyhýbajú sa myšiam (trest), čím simulujú mechanizmus spätnej väzby v AI. Video o AI agentoch učiacich sa bežať metódou pokus-omyl a voliteľná hra Hexapawn ďalej ilustrujú, ako stroje zlepšujú svoje stratégie skúsenosťami.
Komponenty AI gramotnosti	<b>Komponent 1: Princípy fungovania AI</b>
Ciele AI gramotnosti	<b>2. cyklus:</b> Porozumieť, že AI sa učí zo vzorov v dátach, nie z pevných pravidiel, pričom kvalita vstupov ovplyvňuje presnosť a spravodlivosť výsledkov. <b>3. cyklus:</b> Porozumieť princípom fungovania AI (LLM, asistenti, agenti) a vplyvu kvality dát na zaujatost' výstupov.
Kľúčové obsahy a očakávané spôsobilosti	<b>2. cyklus: Procesný model</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Opísať rozdiel medzi tradičným počítačovým programom, ktorý funguje podľa vopred určených pravidiel a AI systémom, ktorý sa učí z dát.</li> </ul> <b>3. cyklus: Procesný model:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rozlíšiť princípy rôznych prístupov strojového učenia (učenie s učiteľom, učenie bez učiteľa) a vysvetliť, ako tieto prístupy menia spôsob, akým systém spracováva vstupné dáta.</li> <li>Prakticky realizovať proces tvorby jednoduchého modelu strojového učenia - od prípravy tréningovej a testovacej sady údajov cez samotný tréning až po overenie úspešnosti modelu.</li> </ul>
Zdôvodnenie prepojenia	Metodika rozvíja spôsobilosť rozlíšiť typy strojového učenia – konkrétne učenie zo skúseností ako prístup odlišný od učenia s učiteľom (prezentovaného v metodike O5). Aktivita v bludisku je priamou simuláciou princípu spätnej väzby: žiaci si v roli stroja zažívajú, ako pozitívna odmena (ponožky) a negatívna spätná väzba (myši) vedú k optimalizácii stratégie. Prepojenie na Procesný model je v kontraste s tradičným programom – robot nemá vopred dané pravidlá, ale sám objavuje optimálnu cestu.
Poznámky a odporúčania	Hoci metodika cieľi na 3. - 5. ročník (1. - 2. cyklus), niektoré spôsobilosti (rozlíšenie prístupov strojového učenia) sú v slovenskom dokumente zaradené až do 3. cyklu (9. ročník). Pre nižšie ročníky odporúčame pracovať na úrovni fenomenologického pochopenia ("stroje sa môžu učiť aj skúšaním") bez terminológie Posilňované strojové učenie (Reinforcement Learning). Plné naplnenie spôsobilosti 3. cyklu vyžaduje doplnenie o porovnanie s učením s učiteľom a bez učiteľa (napr. nadviazaním na metodiku O5).

## ŠVP ZV 2023: Informatika

### 1. cyklus:

cieľ č. 1: Analyzovať elementárne problémy a zoznamovať sa s elementárnou logikou. (výkonový štandard: Rozhodnúť sa o pravdivosti/nepravdivosti jednoduchého tvrdenia, vybrať prvky/možnosti podľa pravdivosti tvrdenia. Uvažovať o budúcom riešení.)

### 2. cyklus

cieľ č. 1: Analyzovať problémy a spoznávať pravidlá elementárnej logiky. (výkonový štandard: Identifikovať opakujúce sa vzory. Uvažovať o budúcom riešení. Rozhodnúť o pravdivosti/nepravdivosti tvrdenia (výroku), vybrať prvky alebo možnosti podľa pravdivosti tvrdenia.)

## ŠVP 2015: Informatika - primárne vzdelávanie

Informačná spoločnosť – bezpečnosť a riziká  
Reprezentácie a nástroje – informácie  
Algoritmické myslenie

## Evokácia

00.  
minúta

### Prezentácia strana 01

#### Prečítajte žiakom časť príbehu.

Ju a Pí sedeli doma a zhromažďovali všetky dáta potrebné na to, aby mohli navštíviť Karola – údržbára a milovníka mačiek. Vtom ale Ju spracoval dáta zo svojich zvukových senzorov.

„Pí, nepríde ti, že je tu nejaké prekvapivé ticho?“ Ju sa započúval – a naozaj. To ticho bolo priam ohlušujúce. Chýbalo im mňaukanie, na ktoré si za tých pár dní zvykli. Čoskoro objavili v kúpeľni otvorený svetlík. Zdalo sa, že Mačička pri lovení ponožiek zamierila do podzemného systému chodieb a kanálov ukrytého pod mestom.

Ju a Pí sa bez váhania vybavili najsilnejšou baterkou, akú doma mali (tú, ktorú obvykle používali na nočné čítanie napínavých robotických návodov), a vrhli sa do bludiska podzemných tunelov. „Pozor, Pí, tu sa začínajú chodby. Vľavo alebo vpravo?“ pýtal sa Ju na každej križovatke, akoby očakával, že mu steny tunela odpovedia. Ju trval na tom, že najlepšia stratégia na hľadanie cesty labyrintom je držať sa stále ľavej strany, zatiaľ čo Pí bol presvedčený, že lepšie je držať sa pravej strany. Rozhodli sa teda, že budú experimentovať a striedať sa: raz pôjdu vždy vľavo a druhýkrát vždy vpravo, aby zistili, ktorá stratégia je lepšia.



#### Boli ste niekedy v bludisku? Ak áno, ako vám to šlo? Čo vás na tom bavilo a čo, naopak, nie?

Rada pre učiteľov: Povzbudzujte deti, aby opisovali nielen zážitky, ale aj emócie, ktoré pri skúsenosti cítili. Môžete ich viesť k tomu, aby používali slová vyjadrujúce ich pocity, a zvažovali, čo presne spôsobilo ich frustráciu alebo radosť.

## Uvedomenie

Prvá  
aktívita

### Prezentácia strana 02

05.  
minúta

#### Lístočková metóda

Žiaci svoje odpovede zapisujú na lístočky (samostatne alebo vo dvojiciach) a potom lístočky hromadne spájajú do skupín na základe podobností.

**Predstavte si, že stojíte pred bludiskom a musíte sa z neho dostať von. Ako budete postupovať? Skúsíte prvú cestu, alebo si vytvoríte nejakú stratégiu? Napíšte aspoň jednu stratégiu na papierik.**

Tu sú niektoré stratégie, ktoré môžete deťom predstaviť:

**Pravidlo pravej (alebo ľavej) ruky:** Jednoduchá metóda (ktorá ale pri niektorých typoch bludísk nefunguje), kde si vyberieš jednu stranu a celý čas ju nasleduješ.

**Spätné sledovanie:** Keď narazíš na slepú uličku, vrátiš sa na posledné rázcestie a skúsiš inú cestu.

**Omrvinky z chleba:** Sypeš omrvinky alebo niečo iné na miesta, ktorými prechádzaš. Takto spoznáš, keď sa zrazu ocitneš na mieste, ktoré už máš prejdené.



#### Akú stratégiu si asi zvolia Ju a Pí? A ako im to pôjde?



### Čítajte príbeh.

V jednom z prvých pokusov sa Ju a Pí držali ľavej strany a dostali sa k výklenku, kde ich Mačička práve driemala. Ju nadšene zvolal: „Vidíš, Pí, ľavá strana nás privedla priamo k nej!“ Ale Pí, neochvejný vo svojej viere v pravú stranu, navrhol, že by mali ísť späť a vyskúšať pravú stranu, aby si overili, či náhodou nie je rýchlejšia. Nechali teda Mačičku driemaať ďalej a pokračovali vo svojom experimente.

Pri druhom pokuse, tentoraz s dôrazom na pravú stranu, skončili znova pri Mačičke, ktorá sa medzitým prebudila a nevzrušene sledovala, ako ju opäť míňajú, odhodlaní pokračovať v testovaní. „Aj pravá strana nás sem doviedla, Ju! Musíme to skúsiť znova! Teraz ale budeme chodiť úplne náhodne a budeme merať vzdialenosť a čas,“ rozhodol Pí.

Keď Ju a Pí robili pokus číslo 1 181. v snahe zistiť, ktorá cesta je najlepšia, uvedomili si, že na nich Mačička v jej obvyklom kútiku už nečaká. Antény im zakmítali. „Možno sa držala ľavej strany,“ povedal Ju, keď sa náhlivo rozhodli vrátiť domov s vrecom plným stratených ponožiek, ktoré tam zrejme Mačička pri svojich výletoch zavliekla.

Druhá  
aktivita

Prezentácia strana 03



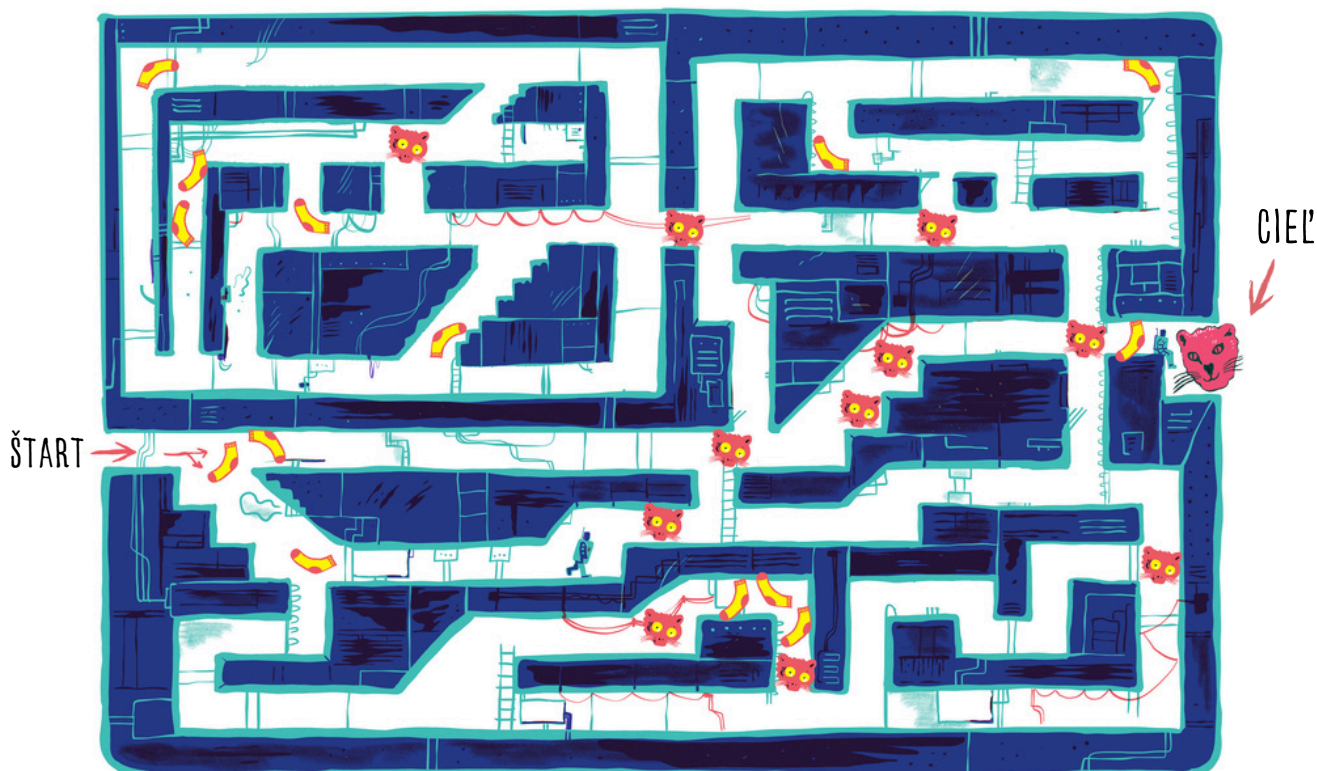
15.  
minúta

### Podobne ako Ju a Pí, aj vy budete prechádzať bludiskom.

Vašou úlohou je prejsť zákerným labyrintom podzemných chodieb, ktorý je vytlačený na pracovnom liste, a nájsť stratenú Mačičku. Na vašej ceste narazíte na rôzne ponožky, ktoré niekto záhadne roztrúsil po celom bludisku. Vaším cieľom je nájsť cestu k našej chlpatej priateľke a nazbierať popri tom čo najviac ponožiek.

Ale aby to nebolo také jednoduché, v chodbách sú aj ponožkychtivé myši. Keď ich míňate, vždy vám jednu ponožku ukradnú (samozrejme, len pokiaľ nejakú máte). Keď vám myš ponožku ukradne, myš nezmizne, ale zostane na svojom mieste, takže vám môže pokojne ukradnúť aj ďalšiu. Keď však zoberiete ponožku, už sa nedá zodvihnúť znova.

A pamätajte – najlepšia cesta je tá, z ktorej donesiete Mačičke čo najviac ponožiek.



Diskutujte so žiakmi.

25.  
minúta



**Koľko ponožík sa vám najviac podarilo získať? A koľko vám ich ukradli ponožkychtivé myši?**

Najväčší možný počet ponožík, kým sa deti dostanú k mačke Mačičke, je 8.

**Zvolili ste pri prechádzaní bludiskom a zbieraní ponožík nejakú konkrétnu stratégiu?**

Deti sa delia o svoje stratégie.

**V minulej lekcii sme videli, že roboti a počítače sa dokážu učiť z rôznych príkladov.**

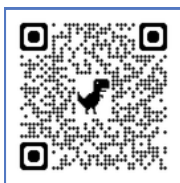
**Pamätáš si, aké príklady to boli?**

Odpoveď: Boli to rôzne dáta, ako napríklad obrázky, videá, zvuky, texty, tabuľky či 3D objekty.

**Vysvetlite:**

Počítače a roboti sa dokážu učiť aj iným spôsobom, a to zo skúseností. Jednoducho rôzne veci skúšajú a ľudia im na to dávajú spätnú väzbu. Učia sa metódou pokus-omyl. Keď sa im niečo nepodarí, ľudia im to dajú najavo a oni to už nabudúce neurobia. Naopak, keď je nejaká akcia úspešná, ľudia im dajú pozitívnu spätnú väzbu, takže počítače a roboti to nabudúce urobia znova s oveľa väčšou pravdepodobnosťou.

Je to, ako keď roboti prechádzali bludiskom. Dostávali pozitívnu spätnú v podobe ponožík, zatiaľ čo negatívnu spätnú väzbu bolo to, keď im ich ponožkychtivé myši kradli.



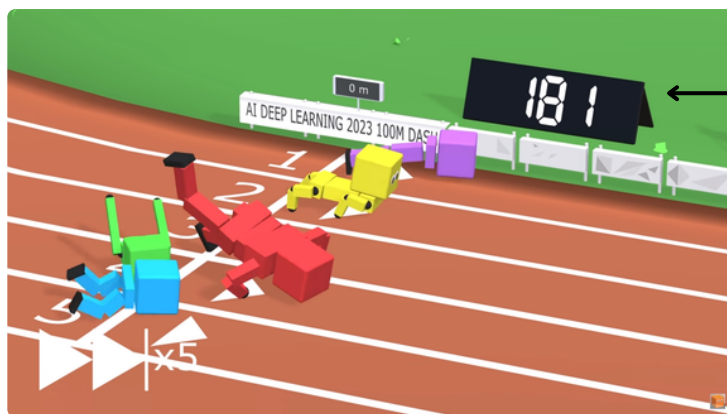
YouTube

Prezentácia strana 04

30.  
minúta

**Pustite žiakom video.**

Adresa: [youtube.com/watch?v=pJPdW8WWAs0](https://www.youtube.com/watch?v=pJPdW8WWAs0) (11:12) Vysvetlenie videa: Vo videu vidíme päť AI agentov (3D objekty robotov), ktorých úlohou je naučiť sa zvládnuť bežecké preteky na sto metrov. Kto dobehne ako prvý, dostane tortu. Agenti sa učia metódou pokus-omyl. Program ich odmeňuje, ak niečo urobia správne, a naopak. Na základe toho agenti zlepšujú svoje stratégie a učia sa „lepšie behať“.



Počet pokusov

Video má zhruba 11 minút. Vzhľadom na časovú dotáciu odporúčame vybrať len pár úsekov. Napríklad:

Začiatok: Vysvetlite, o čo vo videu ide, čo je cieľom a ukážte počet pokusov.

204. pokus: Zelený robot už robí prvé krôčiky. Môžete nechať žiakov hádať, ktorý z agentov dobehne prvý.

390. pokus: Červený už trochu vie, čo má robiť, fialový sa rozhodol podvádzať.

738. pokus: Roboti sa zlepšujú, ale stále majú problém so stabilitou.

813. pokus: Fialový robot v tom už začína byť dobrý!

954. pokus: Červený už vie, ako udržať rovnováhu! Lenže potom...

1638. pokus: Červený vybieha a s napätím sledujeme, ako sa blíži do cieľovej rovinky... a je tam!

## Reflexia



### Čítajte príbeh.

Pri návrate do kuchyne našli Karola, ako pokojne sedí pri stole s mačkou Mačičkou, ktorá sa vrátila domov v poriadku (a zrejme výrazne skôr ako roboti). „Tak čo, chlapci, aká cesta bola najlepšia?“ spýtal sa Karol po tom, čo mu roboti porozprávali o svojom dobrodružstve.

„Našli sme ju, ale zistili sme, že musíme naozaj veľakrát skúšať rôzne cesty, a keď urobíme chybu, tak sa z nej musíme poučiť a nabudúce sa jej vyvarovať. Ale trvá to hrozne dlho!“ zakončil múdro Pí. „Vidím, že Mačička na to išla lepšie ako vy,“ zasmial sa Karol. „A pamätajte, že cesta je cieľ.“



### Robotom trvalo dlho, kým prišli na najlepšiu cestu. Prečo to tak podľa teba bolo?

Odpoveď: Pretože sa skúšali dostať k Mačičke úplne náhodnými cestami. Ak urobili chybu, tak sa z nej poučili. Ale keďže bludisko bolo zložitá (s množstvom ciest), tak trvalo dlho, kým prišli na tú najlepšiu.

### A ako sa mohla v bludisku orientovať Mačička alebo napríklad myš?

Možná odpoveď: Napríklad podľa čuchu alebo sluchu. Mapa v hlave mačky bude vyzeráť inak ako mapa v hlave myši alebo v hlave človeka, najmä podľa toho, aká kombinácia zmyslov je u nej dominantná. Napríklad myš pravdepodobne zohľadní svoje hmatové chĺpky a bude sa snažiť behať pozdĺž múrov, aby sa nimi múrov dotýkala.

### Roboti (stroje) sa teda učia nielen z príkladov, ale aj zo skúseností. Myslíš si, že keď sa roboti naučili orientovať v bludisku pod ich domom, budú sa teraz vedieť orientovať bezchybne aj v iných bludiskách?

Odpoveď: Nie, nebudú. Môžu sa orientovať o niečo lepšie, ale pokiaľ sa bludiská líšia, budú musieť znovu hľadať najlepšiu cestu.

## Ak vám zostal čas...



[Hexapawn](#)

Prezentácia strana 05

### Deti si môžu zahrať hru Hexapawn.

Adresa: [mrozilla.cz/lab/hexapawn](https://mrozilla.cz/lab/hexapawn)

Hexapawn je zjednodušená verzia šachu, vytvorená na účely výuky v oblasti umelej inteligencie. Hrá sa na šachovnici s rozmermi 3×3 políčka a každý hráč má na začiatku hry troch pešiakov. Cieľom hry je dostať jedného z pešiakov na opačnú stranu šachovnice. Pešiaci sa pohybujú rovnako ako v šachu: môžu ísť o jedno políčko dopredu, pokiaľ je prázdne. Alebo môžu vziať súperovho pešiaka ťahom šikmo vpred. Hráč, ktorý sa ako prvý s jedným zo svojich pešiakov dostane na opačný koniec šachovnice, porazí všetkých súperových pešiakov alebo znemožní súperovi ďalší krok, vyhráva hru.

Vývojár Mrozilla ponúka na svojich stránkach program, ktorý na hre Hexapawn ukazuje princíp strojového učenia zo skúseností. Program (umelá inteligencia) najprv v reakcii na ťahy hráča robí náhodné ťahy. Ťahy programu sú spočiatku úplne náhodné, no zakaždým, keď jeho ťah vedie k prehre, program sa naučí už ho znova neurobiť (pokiaľ hráč nenačíta stránku prehliadača znova). Vďaka učeniu sa zo skúseností sa program veľmi rýchlo stane neporaziteľným.

## Cestou necestou za mačkou Mačičkou aj ponožkami

Pozrite sa na zákerný labyrint podzemných chodieb a nájdite Mačičku, ale hlavne takú cestu, na ktorej nazbierate čo najviac ponožiek. Aby to nebolo také jednoduché, v chodbách sú aj ponožkychtivé myši. Keď ich v chodbách míňate, vždy vám jednu ponožku ukradnú. Ale, samozrejme, len pokiaľ nejakú máte.

