

# Battle Tanks

## Dokumentácia

### Popis projektu

Battle Tanks je 2D hra, odohrávajúca sa v bludisku, kde hráči hrajú proti umelej inteligencii. Cieľom je zničiť nepriateľský tank. Umelá inteligencia má viacero druhov správania. Hráč hrá buď sám, proti dvom súperom, alebo hrá vo dvojici proti trom AI súperom. Hra má 6 levelov, 3 typy súperov a jednoduché ovládanie klávesnicou.

### Návod na spustenie

V zložke „Battle Tanks“ sa nachádza súbor „Battle Tanks.exe“, ktorý jednoducho spustíme. Hru ukončíme kliknutím na tlačítko „Exit“.

### Popis implementácie

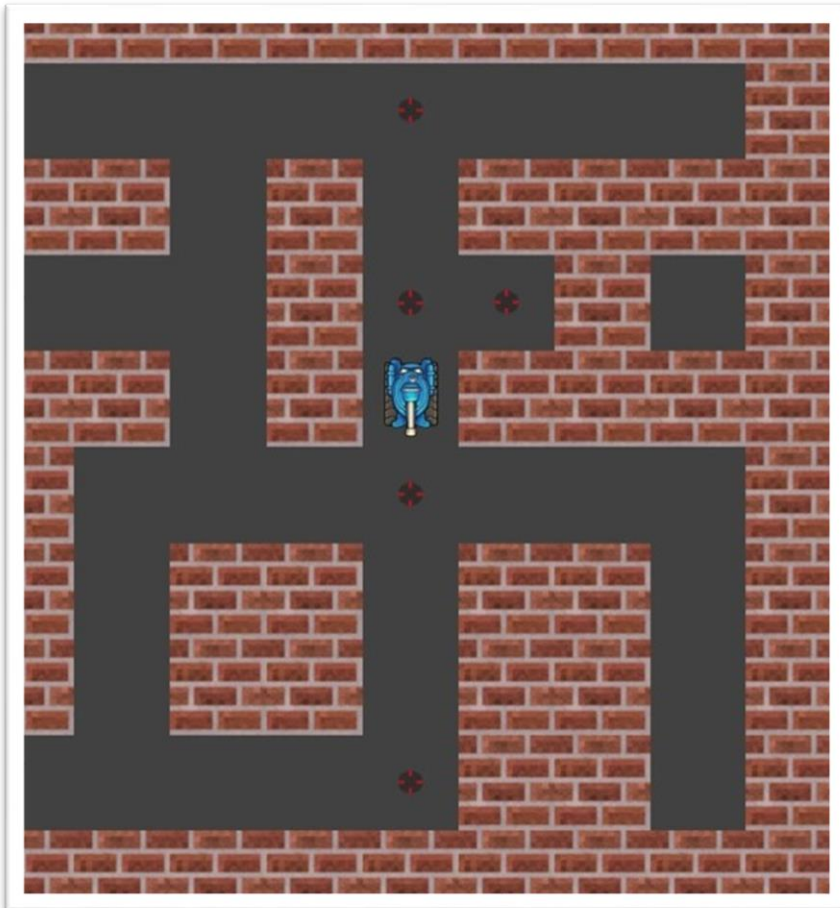
Hra je vytvorená v game engine Unity 3D, kde umelá inteligencia je programovaná v podobe skriptov v programovacom jazyku C#.

Implementáciu je možné rozdeliť do dvoch častí: navigačná a rozhodovacia. Navigačná časť sa stará o budovanie grafu mapy, zatiaľ čo AI mapu spoznáva, o ukladanie si strategických pozícií a o hľadanie cieľových uzlov v grafe. Rozhodovacia časť na základe okolností a profilu AI rozhoduje, akú akciu AI vykoná, prípadne aký cieľový uzol si vybrať ako ďalší pre navigáciu.

Navigačná časť:

Umelá inteligencia si v každom políčku mriežkovej mapy, do ktorého vstúpi, kontroluje jeho okolie. Vyšle raycasty na 4 svetové strany, následne vypočíta súradnice koncových uzlov všetkých smerov, skontroluje, či tieto uzly má už v grafe a následne skúma všetky políčka medzi aktuálnym uzlom a koncovým uzlom na danej strane a kontroluje, či sa jedná o uzol, ktorý pridá do grafu. Do grafu pridáva uzly, ktoré majú aspoň 3 susedné uzly (raycast z týchto uzlov do 3 strán prejde vzdialenosť vyššiu ako 0.5 políčka), alebo uzly, ktoré majú 2 susedov, ale každého z nich na inej osi. Teda „prechodný uzol“, ktorý má susedov iba na západ a východ, alebo iba na sever a juh nebude obsiahnutý v grafe, taký uzol nie je podstatný. Do grafu taktiež patria aj uzly s iba jedným susedom, plnia totiž špecifickú rolu skrýše pre AI. Každý uzol má v sebe uložené aj vzdialenosti k najbližším susedom na všetkých svetových stranách, pokiaľ susedia existujú. AI si teda mapu vždy ukladá do tejto grafovej štruktúry a pozná len tú časť mapy, v okolí ktorej sa nachádza.

Samotné navigovanie po mape je realizované pomocou A\* algoritmu s dvoma možnými heuristickými funkciami. A\* navigácia pre jeden konkrétny cieľ má v sebe obsiahnutú heuristiku euklidovej vzdialenosti od aktuálneho uzlu vo vyhľadávaní až do cieľového uzlu. Táto heuristika nie je zvyčajne na mriežkové mapy typu bludiska optimálna, ale vzhľadom na to, že veľkosti grafov v tejto hre sa pohybujú v rozmedziach 20-50 uzlov, tak nie je optimalita tejto funkcie vyžadovaná. Ak v grafe chceme nájsť najbližší z cieľovej množiny uzlov, použijeme multi-goal heuristiku, ktorá vždy vráti euklidovú vzdialenosť k najbližšiemu uzlu zo vstupnej množiny uzlov.



Obrázok 1 - zobrazenie uzlov grafu AI po vykonaní jediného pohybu - smerom dolu z predošlého uzlu

#### Rozhodovacia časť:

Rozhodovanie AI na základne hernej situácie je realizované pomocou nedeterministického automatu s 5 stavmi a prechodmi medzi nimi. Každý stav reprezentuje iné správanie agenta. Každý stav je implementovaný ako samostatný skript. Stavby sú: Attack, Explore, Flee, Hide, CoverMate. Prechody medzi nimi fungujú na základe automatu zobrazenom na Obrázku 2. Teraz popíšem ako fungujú jednotlivé stavy:

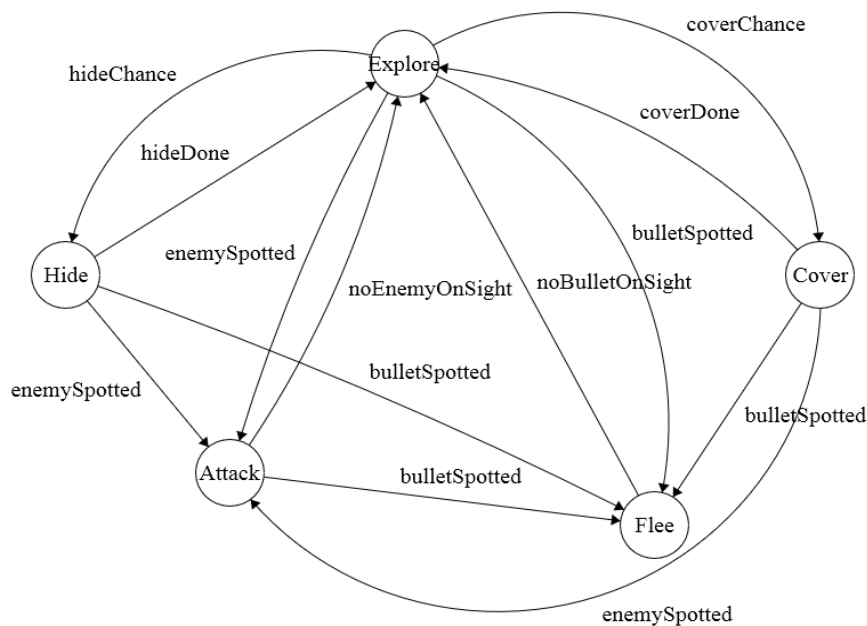
Explore – v tomto stave sa agent nachádza väčšinu času. Agent alternuje medzi spoznávaním uzlov, ktoré ešte nenavštívil a náhodnému navštevovaniu susedov uzlu, v ktorom sa nachádza. Parameter `nearbyExploringDuration` vyjadruje, koľko susedných uzlov za sebou agent navštívi, kým sa nerozhodne navštíviť doposiaľ nenavštviený uzol.

**Attack** – v tomto stave sa agent nachádza pokiaľ vidí v blízkosti súpera (ale nevidí v okolí strely). Na základe parametru **attackChance** sa rozhoduje, či bude aktívne vyhľadávať súpera, alebo naopak nechá súpera zaútočiť ako prvého. Pokiaľ je súper priamo viditeľný, tak sa agent otočí smerom k súperovi a vystrelí.

**Flee** – tento stav ma prioritu nad všetkými ostatnými. Vchádza sa doň, ak je nejaká strela v okolí agenta (okrem striel ktoré on sám vystrelí). Agent si drží informácie o trajektórii strely a pokiaľ strela mieri naň, tak sa jej snaží vyhnúť. Pokiaľ nemá šancu na únik, tak aspoň vystrelí na súpera strelu naspäť. Pokiaľ strela nemieri priamo na agenta, ale v prípade ďalšieho pohybu agenta by strela na neho mierila, tak sa agent rozhodne radšej vyčkať na mieste, kým strela pre neho už nie je nebezpečná.

**Hide** – predstavuje taktické ukrytie sa v uzavretom uzle. Uzavretý uzol je uzol, ktorý má iba jeden susedný uzol. Agent v stave Hide najprv príde do najbližšieho uzavretého uzlu, tam sa otočí a chvíľu vyčká. Dĺžka vyčkávania je závislá od parametru **hideDuration**. Agent vstupuje do stavu Hide náhodne zo stavu Explore. Šanca tohto prechodu je daná parametrom **hideChance**.

**CoverMate** – stav, kedy sa agent priblíži k aktuálnej pozícii nejakého zo svojich spoluhráčov, aby sa takýmto spôsobom pohybovali konzistentnejšie a tímovejšie. Parameter **coverMateChance** určuje šancu prechodu zo stavu Explore do stavu CoverMate. Do tohto stavu sa agent nemôže dostať, pokiaľ nemá žiadnych spoluhráčov. Ak agent príde o spoluhráča počas vykonávania stavu, tak sa vráti do Explore stavu.

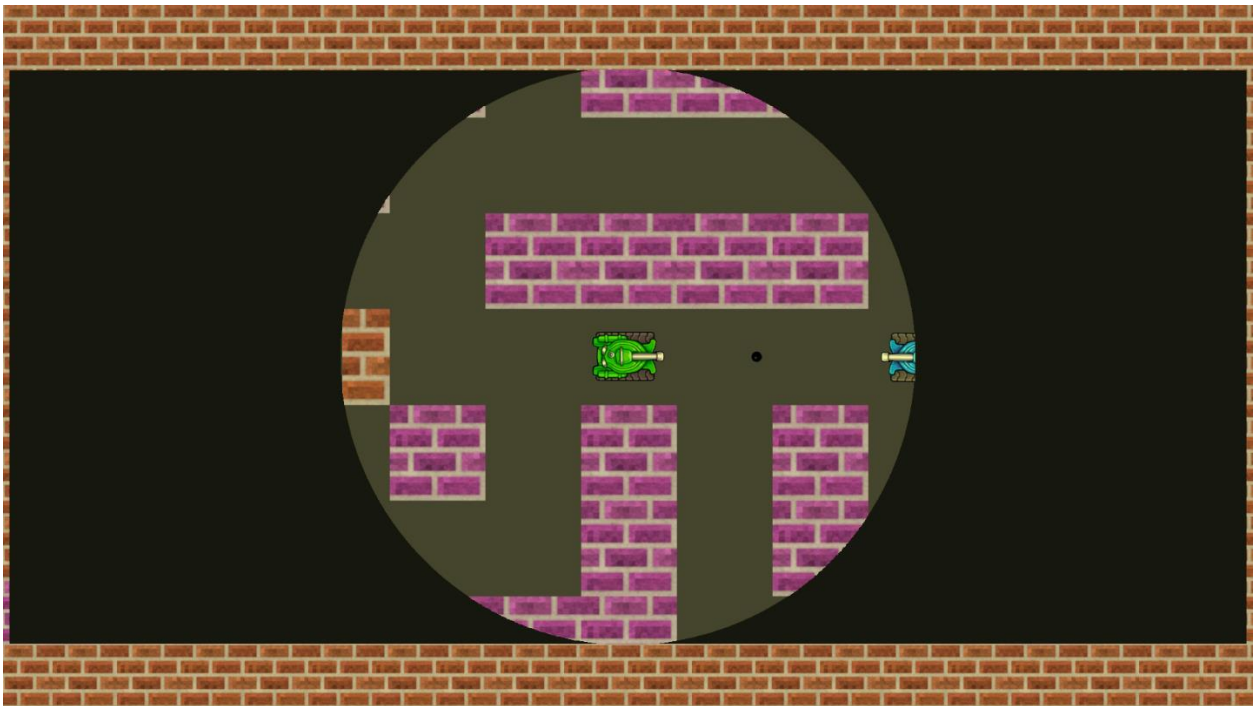


Obrázok 2 - Automat prechodov medzi stavmi agenta

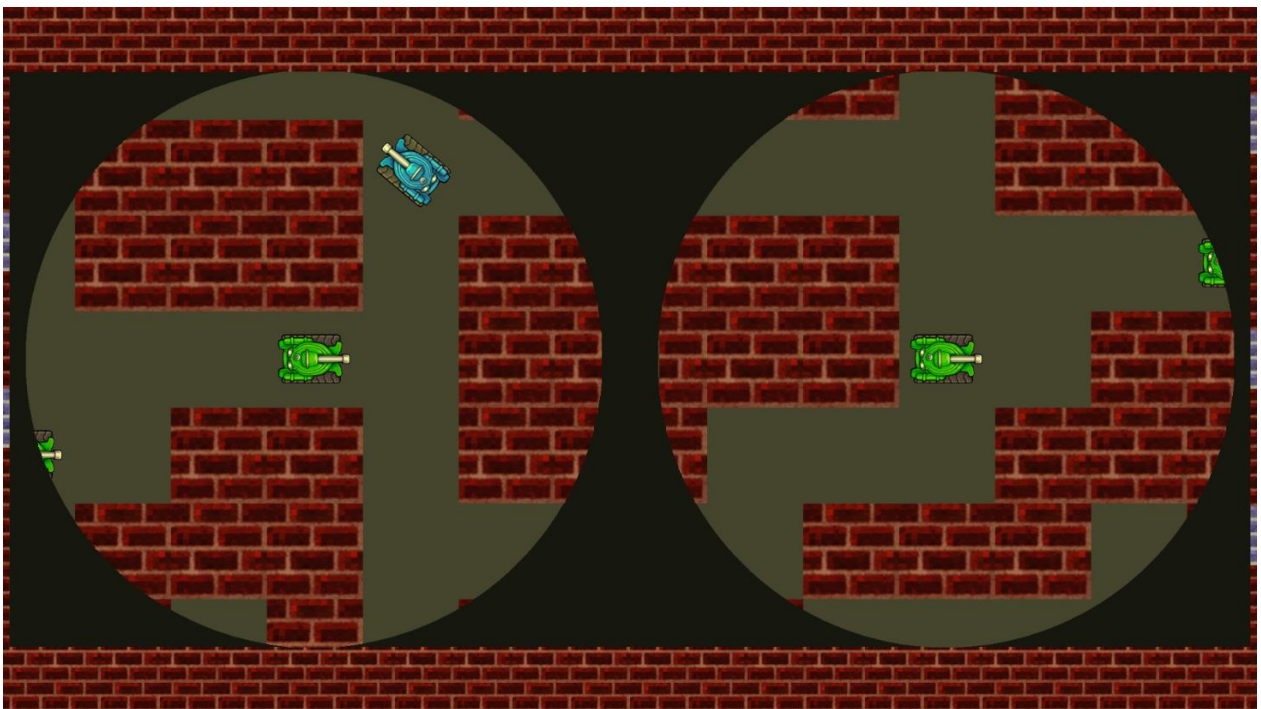
AI profily:

Profile	hideChance	coverMateChance	attackChance	hideDuration	nearbyExploringDuration
Aggressive	0%	0%	80%	0	7
Passive	15%	0%	30%	5	3
Tactical	5%	50%	60%	2	5

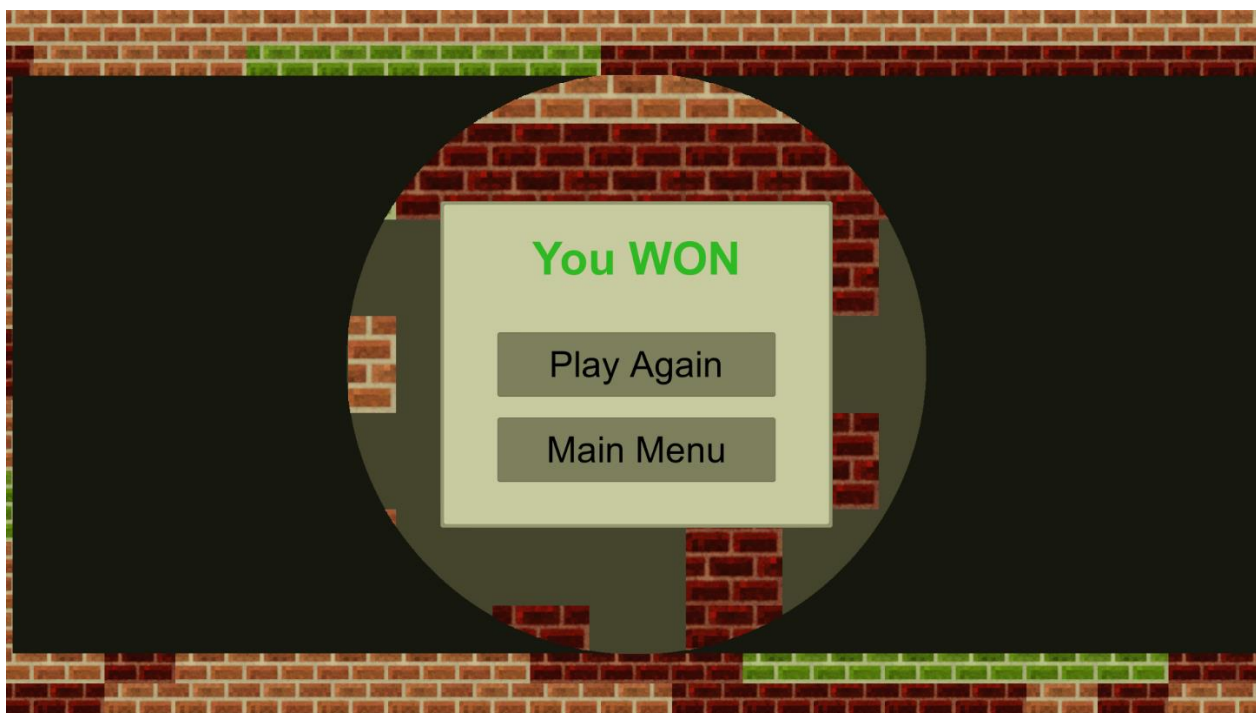
Ukážky:



Obrázok 3 - Hra jedného hráča



Obrázok 4 - Hra dvoch hráčov



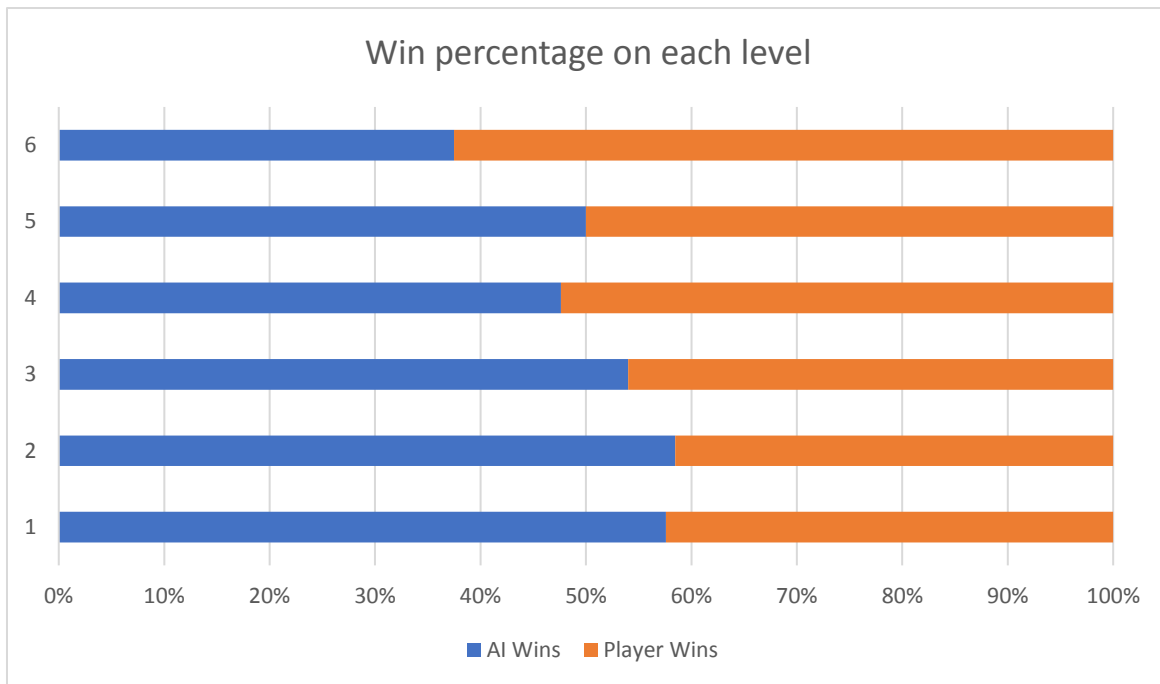
Obrázok 5 - výhra nad súpermi

## Testovanie a vyhodnotenie

Testovanie prebiehalo v dvoch fázach. Prvou fázou bolo užívateľské testovanie, kde hráči hrali buď sami, alebo vo dvojiciach proti umelej inteligencii. Preto bolo pripravených 6 výziev, každá na inom leveli a s rôznymi profilmi. 3 výzvy sú určené pre jedného hráča a 3 výzvy sú určené pre dvojicu hráčov. Levely sú vytvorené tak, aby čo najviac vyhovovali profilu umelej inteligencie, ktorý hrá proti hráčom. V prípade agresívneho profilu sú levely menšej veľkosti a na otvorenejšom priestranstve. V prípade taktického profilu sú to väčšie levely s otvoreným priestorom. V prípade defenzívnych sú to levely s mnohými skrýšami. Pre každú výzvu som zaznamenával počet vyhraných hier hráčmi a počet vyhraných hier AI agentmi.

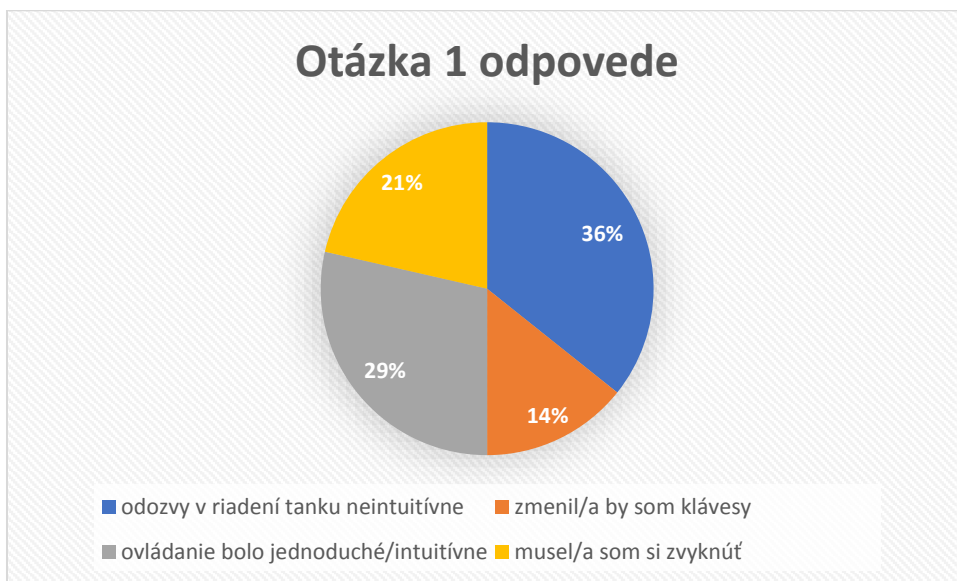
Tabuľka nižšie a s ňou súvisiaci graf zobrazuje pomer výhier AI k výhram hráčov na jednotlivých leveloch. Levely 1-3 sú pre jedného hráča, levely 4-6 sú pre dvojicu hráčov.

Level	AI Type	AI Wins	Player Wins
1	strategy	38	28
2	attack	38	27
3	defense	27	23
4	strategy	10	11
5	attack	32	32
6	defense	9	15
SUM		154	136



V rámci testovania hráči vyplňali dotazník s pár otázkami a voľnými odpoveďami. Odpovede zhrniem do diagramu, kde podobné odpovede budú mať svoj podiel. Otázky boli:

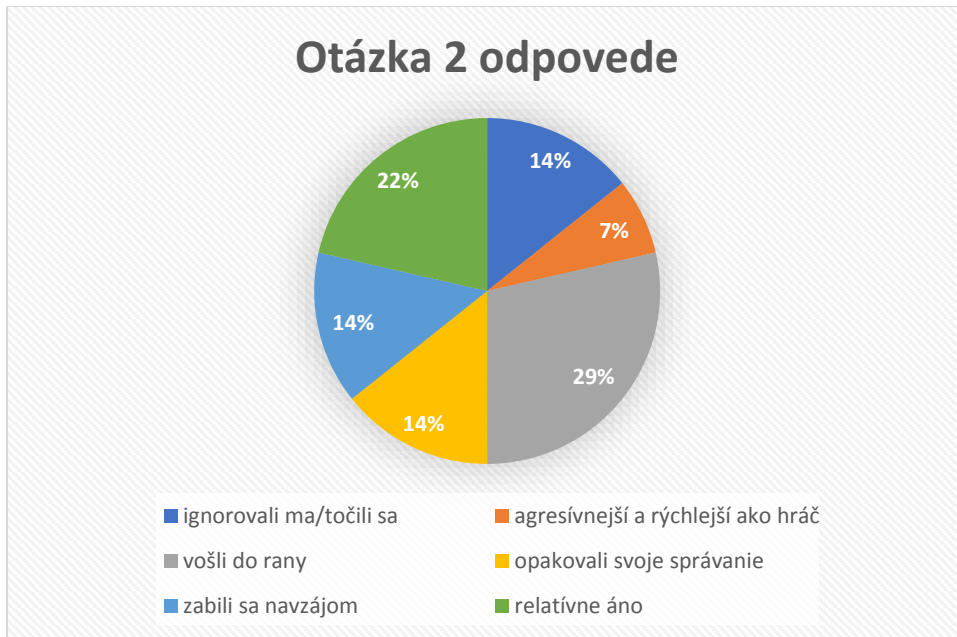
1. Hrala sa Vám hra dobre?



Pri prvej otázke sa mnoho hráčov sťažovalo na ovládanie a odozvy pri ovládaní ale skoro rovnaký podiel hráčov považovalo ovládanie za intuitívne. Niektorí hráči chceli ovládanie s inými klávesmi a posledná kategória hráčov si na ovládanie chvíľku zvykala ale napokon bola s ním spokojná.



## 2. Zdali sa Vám súperi rozumní?



V tejto otázke viacero hráčov komentovalo nedostatky AI agentov a to, že napriek vyčkávaniu napokon aj tak vošli hráčovi do rany, alebo fakt, že pri strieľaní nebrali pozíciu svojich spoluhráčov do úvahy. Pre niektorých prišla umelá inteligencia príliš repetitívna. To všetko sú nedostatky v rámci mojej implementácie týchto hráčov, ktoré by sa dali v budúcnosti odstrániť, ale najväčší problém leží v hernom dizajne samotnej hry. Tá je navrhnutá takým spôsobom, že najlepšia taktika je sa nepohnúť z miesta a len vystreliť pri každom zhladnutí súpera. Napriek nedostatkom sa niektorým hráčom zdali agenti dostatočne inteligentní.

## 3. Bola výzva pokoriť umelú inteligenciu?



Táto otázka mala menej vágne odpovede, pretože sa dala jednoducho odpovedať áno/nie. Pre vyše tretinu hráčov sa zdala výzva dostatočná, zhruba štvrtina hráčov považovala výzvu za nedostatočnú a ďalšia štvrtina hráčov sa vyjadrila, že príliš často rozhodovala náhoda. To je opäť kvôli chybám v hernom dizajne a menej o chybách v umelej inteligencii samotnej.

#### 4. Ktorá z výziev sa Vám zdala najťažšia?



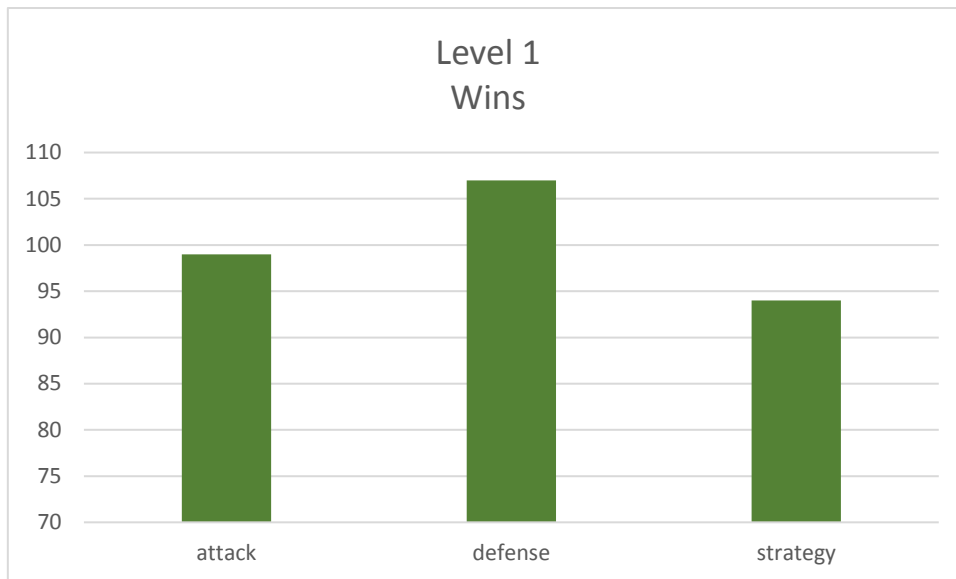
Posledná otázka bola smerovaná na to, aby sme zistili, ktorý taktický profil umelej inteligencie je najvhodnejší proti hráčom. Polovica reakcií označila tretiu výzvu ako najťažšiu. Dôvody sú dva: defenzívni AI agenti sa svojou taktikou najviac blížia ideálnej stratégii k výhre tejto hry – vyčkávanie na súpera. Druhým dôvodom je, že mapy pre tieto výzvy boli plné uzavretých priestorov a skrýš, v ktorých boti mohli takticky vyčkávať a mať lepšie krytie z ostatných smerov. Zhruba štvrtina hráčov nevidela medzi výzvami žiadne rozdiely.

Druhá fáza testovania prebiehala ako súboj rôznych profilov AI hrajúcich proti sebe. Na túto fázu som zvolil iba mapy 1-3, ktoré sú rozmermi menšie a teda tieto hry netrvali moc dlho. Agenti hrali súboje 2 proti 2 všetky profily proti sebe navzájom na všetkých troch mapách. Na každej mape odohrala každá dvojica proti sebe až 100 hier. Výsledky úspešnosti sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

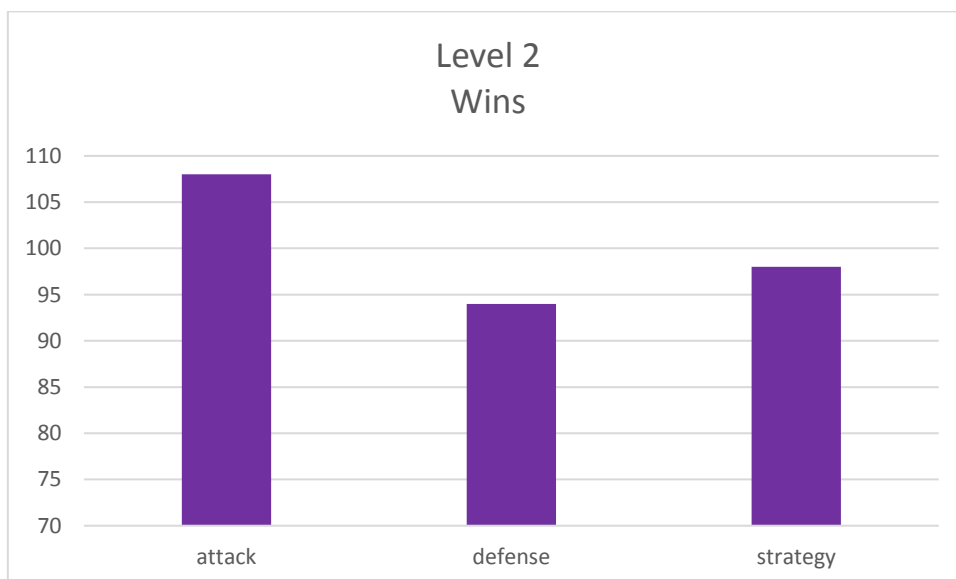
Level	AI1	AI2	Score1	Score2
1	attack	strategy	52	48
1	strategy	defense	46	54
1	attack	defense	47	53
2	strategy	attack	42	58
2	strategy	defense	56	44
2	attack	defense	50	50
3	strategy	attack	46	54
3	attack	defense	56	44
3	defense	strategy	50	50

Tieto údaje rozdelím podľa levelu a pre každý profil na každej mape sčítam počet výhier, ktoré na danej mape dosiahli.

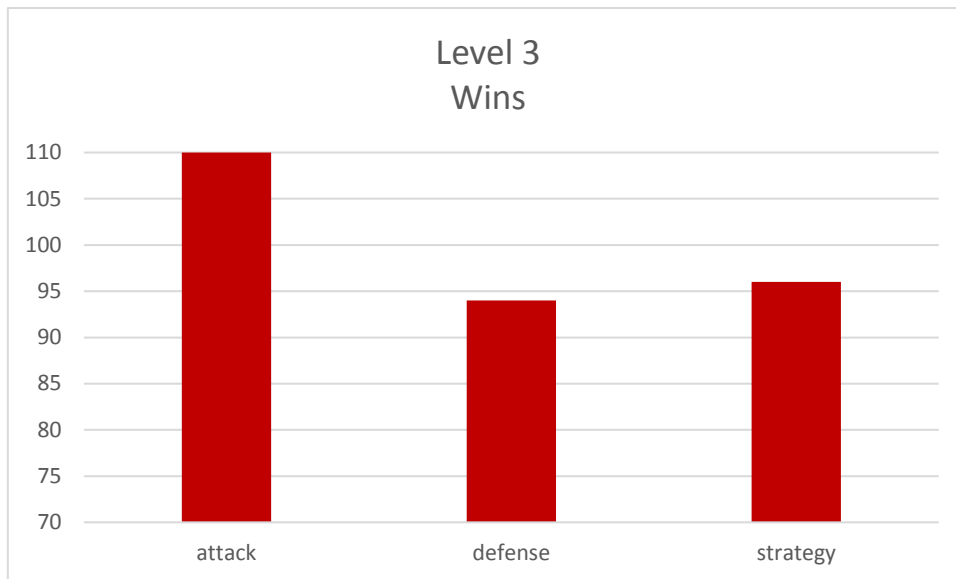




Na mape 1, ktorá bola „špecializovaná“ na strategických botov najviac výhier dosiahli agenti s defenzívnym profilom. Napriek tomu, že vyhrali na tejto mape najviac krát, tak rozdiely medzi počtami výhier boli veľmi nízke: 107 je maximálna hodnota, 94 je minimálna. Musíme vziať do úvahy aj to, že každý profil nahral na každej mape dokopy 200 hier, výhra 107 z 200 a výhra 94 z 200 nie je moc veľký rozdiel.



Level 2 ovládli agenti s útočným profilom. Táto mapa je pomerne malá rozmermi a dosť otvorená, preto vyhovuje najviac práve ofenzívne orientovaným hráčom. To sa odrazilo aj na úspešnosti. Opäť ale musím poznamenať, že profily boli viac menej vyrovnané, tak isto ako na leveli 1.



Tak ako level 2, tak aj level 3 ovládli práve útoční agenti. Táto mapa mala mnoho skrýš a vyhovovala defenzívnym agentom, ktorým sa ale, paradoxne, darilo na tejto mape najmenej.

## Záver

Ak by som mal zhrnúť vyhodnotenie pár vetami, tak by som zhodnotil, že jednotlivé profily agentov nemajú medzi sebou tak výrazne rozdiely, ako by som očakával. Proti hráčom sú najúspešnejší defenzívni agenti zatiaľ čo v súbojoch AI profilov sú najlepší agresívni. Najväčším sklamaním sú taktickí boti. Tým sa nedarilo v žiadnom z testov a celkovo si z toho môžem odviesť poznatok, že držanie sa blízko seba spôsobilo viac škody, ako úžitku. Títo agenti niekedy zabili svojho spoluhráča, a často nabiehalí na súpera po jednom a v rovnakom štýle a preto ich bolo jednoduchšie zabiť všetkých hneď za sebou. Napriek všetkým nedostatkom by som povedal, že cieľ vytvoriť jednoduchú hru a výzvu pre hráčov som splnil. AI má toľko informácií o hre, ako hráč a je schopný byť vyrovnaným súperom. A v prípade investovania ďalšieho času do tohto projektu v budúcnosti, by sa dala úroveň inteligencie týchto agentov ešte zvýšiť.